

COMPENDIO

DI

FISIOLOGIA

COMPENDIO

DI

FISIOLOGIA

PER SERVIRE DI GUIDA
ALLE PUBBLICHE LEZIONI ED AL PRIVATO STUDIO
DELLA SCIENZA

DI

GIULIO BUDGE

DOTTORE DI FILOSOFIA E MEDICINA,
PROFESSORE DELL'UNIVERSITÀ DI BONN,
SOCIO DELLE ACCADEMIE DI BONN, BRESLAVIA, FRANKFORT SUL MENO,
PARIGI E VIENNA

Ampliato di aggiunzioni e di figure intercalate nel testo.

DA

A. DE MARTINI





NAPOLI
TIPOGRAFIA DI FEDERICO VITALE
Largo Regina Coeli n° 2 e 5.
1855

PREFAZIONE



La Fisiologia dell'uomo è la scienza dei fenomeni del corpo umano vivente, e delle leggi che li governano.
La Fisiologia speciale, che vuolsi trattare in quest'opera, è divisa in tre libri; di cui
il primo comprende i fenomeni della generazione;
il secondo quelli della nutrizione;
il terzo quelli dei movimenti, e delle sensazioni (1).

(1) L' esame dei fenomeni della *generazione* e dello *sviluppo* forma oggidì un trattato a parte. — Per la qualcosa noi riproduciamo per le stampe i soli due libri, della *vita organica*, e della *vita animale*, con figure intercalate nel testò, e con alcune aggiunzioni, che saranno indicate da un segno di stellina *, ovvero dal nostro nome. Si è stimato benanche apportare all' ordine dei capitoli del libro della nutrizione un qualche mutamento, acciò si accomodi meglio all'insegnamento delle nostre scuole — (de Martini).

LIBRO PRIMO

NUTRIZIONE.

* 1. *L'organismo animale* è una macchina per costruzione e funzioni immensamente più nobile e perfetta delle macchine che escono dagli opifici dell'ingegno umano. Allorchè si esamini il *disegno* delle più ingegnose macchine dell'uomo e lo *scopo* al quale sono indiritte, in paragone al disegno che ha presieduto alla formazione dell'organismo animale, ed allo scopo della *vita*, non si tarderà a scorgere, che il primo sta all'altro, siccome il concepimento della limitata intelligenza della creatura sta all' infinita sapienza del *Creatore*.

2. Imperocchè l'organismo animale è una macchina essenzialmente costruita col disegno ch' essa *senta* e si *muova* in virtù di un principio interno (*anima*), e che inoltre abbia dentro di sè stessa i mezzi di *conservarsi* e di *riprodursi*.

3. L'immensa varietà in cui il disegno fondamentale dell'organismo animale si è spiegato nelle specie morte e viventi, dalle più semplici alle più complicate, rimpetto alla ristrettissima varietà che offrono i disegni delle macchine sinora escogitate dai meccanici, non rivela l'inesauribile Mente creatrice, di cui il genio del meccanico non è che una debole scintilla?

4. L'esercizio della vita, massime il moto muscolare come

azione di macchina organata, al pari dell' azione di ogni altra macchina meccanica, è accompagnato da consumo di materia. Però la materia di una macchina artificiale si consuma in superficie e per attrito, dovechè le parti dell'organismo in azione soffrono una decomposizione chimica ed intima dei loro principii immediati.

5. I prodotti di consumo della materia dell' organismo sono eliminati dal corpo per via di speciali apparecchi, e principalmente dalla superficie pulmonale e cutanea sotto forma di gas ac. carbonico, dal fegato sotto forma di materie idro-carbonate, e dai reni sotto forma di urea ed ac. urico. Tali prodotti continuano a formarsi e ad emettersi nel protratto digiuno; il qual fatto dimostra, che in parte provengono da decomposizione delle materie del sangue e delle parti organizzate.

6. Questo processo di decomposizione del corpo, se non è compensato dalla produzione di nuova materia assimilabile, mercè l'alimento e l'ossigeno, si rende sensibile con notabile diminuzione del peso totale e delle diverse parti, ed infine è causa di morte.

7. Or, prima che nell'integrità organica del corpo accada tanto disquilibrio tra il processo di decomposizione e quello di reintegrazione, lo stato di prevalente decomposizione del corpo e di diminuzione dell' acqua si rivela all' anima con due sensazioni istintive, *fame e sete**.

8. La nutrizione consiste: *a*) nell'introduzione di materie che dal di fuori entrano nel corpo, *b*) nella produzione del sangue, e *c*) del calore; *d*) in che i singoli organi del corpo si formano e si conservano; *e*) finalmente nell'evacuazione dal corpo di certe sostanze escrementizie.

9. Mediante gli organi respiratori è assorbito l' ossigeno dell'aria atmosferica, ed esalato dal corpo l'acido carbonico. Cogli organi digestivi s' introducono gli alimenti, e si evacua la materia fecale. Dagli organi orinari, dai generativi, dalla cute esterna, dalle membrane mucose, dagli organi lacrimali ec. niuna cosa è presa dal di fuori (se si eccettui la cute), e per converso sono evacuate, orina, seme (dall'uomo), sangue ed ovicini (dalla

donna), sudore, muco, lacrime, ecc. Il fegato non piglia nulla dall'esterno, ma rigetta una parte del prodotto della sua secrezione, e porge al corpo l'altra parte. Le glandole salivali non portan fuori nulla, ma danno invece tutto il loro prodotto al corpo medesimo.

10. Astrazione fatta delle fecce, le quali nella massima parte provengono dagli alimenti, i fluidi che derivano dagli altri organi soprannotati, non procedono direttamente dalle cose introdotte, ma provengono mutati od immutati dal sangue. Questo umore si trova dunque in mezzo fra le materie introdotte, e le eliminate.

11. Gli organi digerenti non soltanto prendono e rigettano materie, ma sono essi medesimi stromenti destinati alla preparazione del sangue.

DIGESTIONE.

12. *Generalità.* — Col processo della digestione gli alimenti sono sottoposti ad una soluzione, e ad un primo grado di assimilazione organica, i cui agenti sono i fluidi preparati dalle glandole salivali della bocca, dalle glandolette dello stomaco, dal fegato e dal pancreas. La parte insolubile o indigesta esce come escremento.

1. ALIMENTI.

13. *Componenti delle sostanze alimentari.* — Negli alimenti che servono di nutrimento all'uomo si trovano sostanze organiche e inorganiche; e fra le prime si distinguono quelle che contengono azoto, da quelle che ne son prive.

14. Le principali sostanze azotate degli alimenti sono :

a) L'*albumina*, che ad una temperatura di 60—70 R., o coll'aggiunta di vari reagenti, per esempio del sublimato corrosivo, degli acidi nitrico e cromico, si coagula in una sostanza resistente, insolubile nell'acqua fredda, nell'alcool, nell'etere, e si rapprende sotto forma d' una massa pastosa e biancastra. — Es-

sa si trova nel sangue, ne'muscoli, nei nervi, nel cervello, nelle glandole, nel bianco dell' uovo, in vari succhi vegetabili, e nei semi delle piante. La coagulazione si effettuirà più tardi, se l'albume fluido sia stato dapprima disseccato, ovvero se le soluzioni albuminose acide od alcaline, prima d' essere trattate col fuoco, siano state neutralizzate. La modificazione dell' albume in giallo d' uovo è detta tuorlo o *vitellus*.

b) La *fibrina*, che si coagula ad ogni temperatura, subito che sia lontana da' suoi rapporti vitali, si trova disciolta nel sangue circolante, rappresa nella carne e nel sangue estratto da vasi, ed è nota nei semi di quasi tutte le biade sotto il nome di *glutine*.

c) La *caseina*, che si rapprende, non in massa, ma in membrane col calorico delle sostanze coagulanti l' albumina, cogli acidi vegetabili (aceto), col caglio estratto dall'abomaso dei ruminanti, si trova nel sangue, nel latte, ne'legumi, ov'è detta *legumina*, e nei semi oleosi delle piante.

d) La *colla* ovvero *gelatina*, sostanza solubile nell'acqua calda, insolubile nella fredda, si estrae colla protratta cottura dei tendini, delle cartilagini, delle ossa e della cellulosa. La colla delle piante è commista al glutine nel frumento, e si estrae colla bollitura nell'alcool.

15. Le prime tre sopraccennate sostanze, denominate da Mulder *sostanze proteiniche*, sono molto analoghe fra loro, e possono tramutarsi l'una nell' altra per opera di chimiche operazioni. Tutte contengono zolfo, che non può esserne estratto senza distruggerle, ed oltre questo possedono fosforo e terre, specialmente fosfato di calce, combinato assai strettamente. La quantità dell'azoto ascende in ogni sostanza proteinica a circa 15 0/0

Quella del carbonio 53 0/0
» ossigeno 22 0/0
» idrogeno 7 0/0

La fibrina ha poco più di azoto dell' albumina, mentre la composizione della caseina si approssima assai a quella dell'albumina.

16. Le più importanti sostanze non azotate sono:

a) Il *grasso*, insolubile nell'acqua, solubile nell'etere, e perciò riconoscibile per le macchie che imprime alla carta, si trova nel

sangue e in tutte le parti del corpo, accumulato in gran copia sotto la cute e intorno a certi organi, singolarmente al cuore ed ai reni. Nelle piante sta a forma d'olio in molte sementi.

b) Lo ***zucchero***. Si trova questa sostanza nel latte dell'uomo e degli erbivori sotto il nome di zucchero di latte, nell'albume delle uova incubate (Winkler) e non incubate (Budge, Aldridge, Lehmann), nel fegato degli animali erbivori e carnivori (Bernard e Barreswill), e in molti frutti e succhi vegetabili.

c) L'***amido*** (destrina) si trova in poca quantità come gomma nei semi dei frutti siliquati e delle biade, nelle patate, nel salep, nel sagù, nell'arrowroot, ecc.

d) La ***pectina*** in molti frutti.

17. Le principali sostanze inorganiche sono:

Il sale di cucina, il fosfato di calce, il fosfato di magnesia, il fosfato di soda e di potassa, il ferro e lo zolfo, e di più il fluore calcico e l'acido silicico in piccola copia.

18. La massima parte delle sostanze alimentari contiene da 3/4 sino a 4/5 di acqua, ed 1/4 sino ad 1/5 di sostanze solide.

19. Per esempio: La carne muscolare contiene 80 per 0/0 di acqua (Schlossberger).

Il latte 87—91 per 0/0 (Simon).

Le patate 70—80 (Einhof).

Il tuorlo d'uovo 54 (Prout).

Il pane 45.

Mangiando 5 oncie di carne, entra nel corpo un'oncia sola di sostanza solida.

20. I precipui componenti delle materie alimentari notati di sopra si trovano distribuiti nei più importanti cibi presso a poco nel modo seguente.

Sostanze Alimentari	Fibre carnee, vasi e nervi	Albumina e sostanze albuminose	Grasso	Amido	Zucchero e gomma	Sostanza che dà colla	Materia estrattiva	Acqua
Carne di bue	15,43	1,99	»	»	»	1,98	3 E + S	77,6
» di vitello	14,94	1,29	»	»	»	4,12	1,29	78,06
Cervello	»	7,3	12,4	»	»	»	1,4	78
Tuorlo d'uovo	»	15,76 V.	30,45	»	»	»	0,4	51,48
Latte di vacca	»	3,4 C.	3,9 B	»	5,3 S + E	»	»	87
Frumento secco	»	16,52 K + A	»	56,25	24,53	»	»	»
Farina di segala	»	11,92	»	60,91	24,74	»	»	»
Piselli	»	28,02 C + A	»	38,81	28,50 G	»	»	»
Lenti	»	30,46	»	40	25,06	»	»	»
Patate	»	2,49	»	17,98	»	»	»	74,95
Rape	»	1,48	»	»	»	»	»	86,10

A significa Albumina, B Butiro, C Caseina, E materia estrattiva, G Gomma, K Glutine, S Sali, V Vitellina

Rispetto ai componenti inorganici è notabile la mancanza dei sali sulfurei nella carne. Nei legumi e vieppiù nelle patate si trova una quantità picciolissima di acido fosforico, come nelle varie specie di biade. Le patate sono ricchissime di potassa, ed hanno appena qualche traccia di soda che non manca mai nelle biade e nei legumi. Nella saggina si trova molto acido fosforico, calce e soda.

21. Le sostanze solide spettanti alla carne di bue, al sangue, ed all'albumina, contengono in cento parti circa quindici d'azoto;

talchè in un'oncia di carne muscolare asciutta, o cinque once in istato naturale, si racchiudono circa 72 grani di azoto.

Poche sostanze nutritive vegetabili contengono approssimativamente tanto azoto, quanto ne hanno le animali, essendone nella più gran parte sfornite. Così per esempio 100 parti di farina secca contano appena 2—3 0/0 di azoto, e così del pari le fave, le lenticchie, i piselli 4 — 5 0/0. Le patate 1,5, le carote 1,6 per cento, e così discorrendo (Horsford); il riso 1,1/3 per cento secondo Boussingault. L'amido e lo zucchero hanno 43—44 per 0/0 di carbonio, e 49 0/0 d'ossigeno, intantochè il grasso possiede oltre a 77 0/0 di carbonio e neppure 11 0/0 d'ossigeno.

22. *Quantità di nutrimento in un adulto* — Un uomo adulto mangia in ventiquattro ore da 5 ad 8 libbre di materie, di cui da 1 a 2 libbre sono sostanze solide. Or queste risultano di circa 3—3 1/2 once di sostanze azotate (secche), e circa il quadruplo o il sestuplo di non azotate; e da un'oncia e mezzo a due e mezzo di inorganiche e non digeribili, le quali devono essere espulse come materie fecali. Il resto è acqua.

Dalla composizione del latte si possono desumere le adeguate proporzioni de'componenti nutritivi. Sopra una parte di sostanza azotata del latte, si trova una eguale quantità di grasso ed 1 1/2 di zucchero. L'esperienza rende verisimile l'opinione, che la facoltà nutritiva delle sostanze non azotate, cioè grasso amido e zucchero, dipenda essenzialmente dal carbonio che vi è contenuto. Quindi 6 libbre d'amido hanno valore nutritivo quanto 3 1/2 libbre di grasso, e 3 libbre di patate non porgerebbero maggior nutrimento, che 5 once o poco più di grasso.

L'uomo può tuttavia sostenere la sua vita con una quantità molto minore dell'accennata; e dietro un computo desunto dalle evacuazioni, sarebbero bastanti once 2 fino a 2 1/4 di sostanza secca azotata, e così calcolata la proporzione sui principii del latte umano, una eguale misura di grasso, e 3 once di amido o zucchero; onde risulterebbe, che la quantità di nutrimento necessario alla vita sia appena di 2 libbre, compresa l'acqua.

Ciò posto, la quantità relativa dell'alimento e dei suoi compo-

nenti dev' essere proporzionale al consumo giornaliero della materia del corpo. Questo è massimo nel lungo esercizio delle forze musculari, minimo nella vita sedentanea : e però il soldato e l' agricoltore han bisogno di maggior quantità di alimento, e che contenga in proporzione maggior dose di sostanze albuminoidi ; al contrario dell'uom di tavolino il cui alimento vuol esser a preferenza di erbe. L' alimento delle bestie ad ingrasso deve contenere maggior proporzione di grassi e d' idrati carbonici.

2. FAME E SETE.

23. * *Fame* — L'appetito, e il suo più alto grado che dicesi fame, è la sensazione istintiva, che avverte l' animale del bisogno dell'alimento necessario a riparare il consumo delle materie del sangue e delle parti del corpo.

24. *Stimolo, e nervi conduttori*—Ogni sensazione riconosce il suo stimolo nervoso, il nervo conduttore, e l'eccitazione del sensorio avvertita dallo spirito. Trovandosi il tubo alimentare preposto alla sfera delle funzioni degli apparecchi della vita organica, è esso l'interprete dei bisogni dell'economia sì delle materie solide che dell'acqua; perchè tali bisogni si esprimono in esso con cangiamenti più rilevanti. La *parte sensitiva* dello stomaco è la cardiaca. Lo stomaco nel digiuno è contratto, e secrega dalle sue glandole utricolari, non il succo gastrico acido, ma un succo alcalino, il quale è un forte stimolo dei nervi, siccome tutti gli alcali.

L'ottavo paio dei nervi propaga al sensorio l'eccitazione provocata sulle sue estremità papillari dallo stimolo alcalino. Se in un cane famelico l' ottavo paio si recida, cessa la fame, e l'animale si rimane digiuno per qualche giorno, anche a causa delle gravi alterazioni che ne seguitano ai moti del cuore e del respiro. Ma , ove sopravviva, (e il sopravvivere è men difficile a cane adulto), vedrassi ne' dì susseguenti mangiar con appetito, come se lo stimolo alcalino operi invece sulle estremità gastriche delle fibre del gran simpatico, e per queste l'eccitazione si propaghi al sensorio. In qualche caso la permanente irritazione dell' 8° paio ha sostenuta una fame insaziabile.

25. *Influenza del genere di alimentazione, dell' età , etc. sulla fame*—L' appetito ricorre a periodi;siccome è carattere di tutte le sensazioni che ci rivelano i bisogni organici del corpo, dappoichè un pasto provvede per qualche tempo la macchina delle materie necessarie alla conservazione della sua integrità. Questi periodi sono più brevi negli animali il cui genere di alimentazione contiene una minor quantità di principii nutritivi, in tutte quelle circostanze che accrescono le metamorfosi decomponenti, e nell'età in cui la macchina continua a svilupparsi. Così gli erbivori mangian più spesso dei carnivori; i ragazzi ed i giovani piu degli adulti e dei vecchi; gli uomini che mantengono in attività le loro forze muscolari con esercizii di caccia , di ginnastica , di scherma , di ballo, e gli animali addetti alla fatica, più di quelli che fan poco moto ; i climi freddi ed asciutti , la stagione di autunno che rimette dalla lassezza estiva, e massime l'inverno , le bevande e i bagni freddi , non che le piacevoli sensazioni e la ilarità dell'animo, solleticano l' appetito. Il quale è pure in rapporto coi sensi del gusto e dell'odorato; bastando l'odore o il sapore di novella e grata vivanda a riauguzzar l' appetito già soddisfatto.

Lo stomaco del convalescente di acuta malattia ben risoluta , e di colui che ha perduto molto sangue senza lesione di organi, esige e digerisce più cibo. Del pari l' innormale brevità del tratto assorbente dell'intestino, le fistole di esso, e i restringimenti del dutto toracico fanno sentir di frequente il bisogno del nutrimento.

Per converso la pressione sull' epigastrio, l' affezione catarrale delle papille gastriche e linguali, lo stato febbrile della mucosa digerente, in cui le secrezioni si alterano, e l' epitelio imbevuto si solleva; lo stato narcotico o maniaco del cervello , e la profonda meditazione attutiscono o non fanno avvertire l'eccitazione nervosa della fame. Il cancro dello stomaco, se è circoscritto alla porzione pilorica, non toglie l' appetito.

26. *Sete.*—Questa ci avverte del bisogno delle bevande , e consiste in un senso di calda aridezza delle fauci.

27. *Stimolo della sete.* — L'acqua, mentre da un canto è necessaria all'assimilazione digestiva, chilosa e sanguigna, alla circolazione, alla nutrizione, ed alle funzioni delle parti, dall'altro canto esce in parte per tante vie secretorie dell'economia.

Onde il crescente difetto di essa produce secchezza delle superficie secernenti, e segnatamente di quelle soggette pel continuo passaggio dell'aria a notabile evaporazione, e rende più stimolanti le secrezioni saline. Sicchè lo stato degli umori e dei tessuti, pel difetto dell'acqua, ha il suo esponente nella *mucosa delle fauci e del vestibolo del laringe*, sede speciale dello stimolo della sete. *L'arido-caldo* di questo tratto di mucosa è lo stimolo della sete, della classe degli stimoli di tatto: i nervi, che ne vengon eccitati, sono il glosso-faringeo, ed i nervi laringei dell'ottavo paio *.

3. INGESTIONE DEGLI ALIMENTI NELLO STOMACO.

28. I cibi solidi introdotti nella bocca, vengono tagliati e lacerati dai denti incisivi e canini, e macinati dipoi dai molari. I denti della mascella inferiore sono mossi contro i superiori mediante i muscoli aderenti alle sue branche superiori (temporale e pterigeideo esterno), ed alle inferiori (massetere e pterigoideo interno. L'apice della lingua mobile in ogni senso raccoglie le particelle impastate colla saliva sovra il suo dorso, e le dirige lunghesso il palato osseo all'indietro. Così ha formazione il *bolo*. Pervenuto ch'esso è dietro le colonne palatine anteriori, si contraggono le posteriori in forza dei sottili muscoli faringo palatini ascendenti lateralmente alla faringe, in guisa che la faccia inferiore o più propriamente il margine posteriore del velo palatino si dirige verso la faringe stessa lasciando fra se e questa una piccola fessura (Dzondi). Per questo movimento del palato molle viene impedito l'accesso del bolo nelle narici posteriori; e siccome per esso la base della lingua che porta il bolo è ripiegata indietro, e respinge in basso l'epiglottide, così la cavità della glottide resta chiusa, ed impedito l'accesso dell'aria (Magendie). Pervenuto il bolo per sì fatti movimenti sotto l'in-

fluenza de' muscoli faringei, vien sospinto nell' esofago, dalle successive e continue contrazioni vermicolari del quale le materie sono incalzate rapidamente. Queste azioni motrici succedentisi con incredibile celerità formano ciò che si chiama *deglutizione*.

29. * Gli strumenti della meccanica della deglutizione sono: 1° la lingua, 2° l'arcata anteriore del palato molle, 3° la faringe e l' esofago. Le potenze ne sono certi muscoli di queste parti, cioè 1° gli stilo-glossi, 2° il costrittore dell'istmo delle fauci formato dai glosso-stafilini, 3° i costrittori della faringe e lo strato musculare dell' esofago.

L' impero della volontà sulle potenze della deglutizione va gradatamente mancando dalla lingua all' esofago. Il primo tempo della deglutizione è tutto volontario, il secondo è men volontario che riflesso, il terzo è involontario.

La forza generale della deglutizione si è la *pressione*, che le dette parti successivamente esercitano sul bolo alimentare.

Nel primo tempo il bolo alimentare è premuto dalla superficie della lingua contro il palato duro sin sotto l'istmo delle fauci. Nel secondo tempo è slanciato nella faringe dal costrittore dell' istmo delle fauci, che lo incalza a mò di sfintere. Nel terzo da ultimo, è abbracciato e sospinto dai costrittori della faringe e quindi dalle contrazioni dell'esofago sin nello stomaco.

Intanto nel secondo tempo, in cui il bolo alimentare passa dall' istmo delle fauci nella faringe, vogliońsi tutelare le vie superiori delle aperture nasali posteriori e delle trombe acustiche, e la via inferiore del laringe. Le prime son difese da una specie di diaframma, che i pilastri posteriori del palato molle formano coll' addossarsi dei loro margini interni, il qual diaframma separa la volta della faringe, ove son quelle aperture, dalla parte sottostante del canale ingestivo. La via del respiro è tutelata dalla retrazione della base della lingua, e dalla serratura delle labbra della glottide, più che dall' abbassamento dell' epiglottide (Magendie, Longet, de Martini).

30. Le bevande s' introducono nella bocca per forza di aspirazione che fa il vuoto, e di pressione atmosferica che le spinge

nella vota cavità. Dalla quale, senza masticazione, sono ingliottite collo stesso meccanismo dei cibi; sol con maggiore scorrevolezza, ma con minor difficoltà a rimontare verso le fosse nasali, e precipitare nella glottide *.

31. A stomaco pieno si osservano anche all'estremità dell' esofago, verso il cardia, altri particolari ritmici movimenti (Magendie, Müller).

IV. FORMAZIONE DEL CHILO E DEGLI ESCREMENTI.

32. *Chimo*. — Sulle materie alimentari calate nello stomaco agiscono la saliva e il succo gastrico, pei quali la parte solubile degli alimenti vien disciolta, e si forma una materia molle granulosa che chiamasi *chimo*.

33. Nell'intestino duodeno agiscono la bile ed il succo pancreatico su questo chimo, da cui si forma il *chilo*, contenuto liquido dell'intestino, che penetra poi ne'vasi linfatici.

* Da ciò che si conosce intorno al procedere della prima assimilazione degli alimenti, s'inferisce che il *chimo* stomacale è il prodotto della digestione delle sole materie albuminoidi e al più anche delle amiloidi, ed il *chilo* poi è il prodotto della digestione totale delle tre materie, albuminoidi, grasse e saccaroidi.

Non sarebbe più fisiologico il chiamar *chimificazione* tutta questa prima assimilazione, e *chilificazione* poi l'assimilazione ulteriore del chimo nel sistema ed apparecchio chilifero? *

a) SALIVA.

34. La saliva è separata dalle sei glandule salivali poste intorno alla cavità boccale, e fluisce nella bocca sotto la masticazione. Probabilmente determinano lo scorrere della saliva le fibre muscolari del buccinatore, il quale è perforato dalla porzione finale del condotto escretore della parotide, e quelle del digastrico sulla glandola sublinguale. D'altronde a questo scopo contribuisce la stessa contrattilità de'condotti escretori. Possono tuttavia continuare a vivere animali a cui non fluisce nella bocca sa-

liva, sia per estirpazione delle glandole (Budge), sia per legatura dei dutti escretori (Bidder); nei quali casi la funzione sembra mantenuta dal pancreas.

35. La saliva è molto acquosa, contenendo da 98,04 — a 99 per 0/0 o più d'acqua, e di conseguenza da 1, ad 1,6 di residuo solido. Questo residuo è costituito: *a*) da una sostanza solubile nell'acqua somigliante all'albumina, detta *ptialina*; *b*) di solfo cianuro di potassio, o potassio rodico, in 1000 parti o, 6—0,10 come si rileva allorchè si lascia cadere sulla saliva sana qualche goccia di una soluzione di muriato d'ossido di ferro, con cui si colorisce in rosso turchino (Treviranus, Tiedemann, Gmelin, Ure, Pettenhofer, Jacubowitsch, Frerichs; *c*) di muriato di soda, fosfato di soda, fosfato di magnesia, fosfato d'ossido di ferro, e solfato di soda (Enderlin).

36. La saliva, ottenuta dalla parotide umana col mezzo di fistola salivale, porge durante il pasto sempre reazione alcalina, e mancando il nutrimento diventa acida (C. G. Mitscherlich). Anche negli animali la saliva delle glandule si palesa alcalina.

37. La quantità di saliva che fluisce da una parotide durante un intero giorno è, secondo le osservazioni di Mitscherlich, da 65—95 grammi (pari a grani 1066—1558). Si vuole che da tutte le glandule salivali siano separate quotidianamente da 10—12 once di fluido.

* Da una fistola artificiale del canale di Stenone in un cavallo, mangiando gramigne, si sono raccolte in 10 minuti 5 once di saliva alcalina, la quale ad ogni abbassamento della mascella spicciava a getto, simile ad un salasso, da un cannello di penna immerso nel dutto. Sarebbe di circa 60 once per ora la saliva seceregata dalle due parotidi; e supponendo che il cavallo mangi in 4 ore il suo nutrimento giornaliero, si eleverebbe di molto il peso della saliva: per le 24 ore a circa 20 libbre? (De Martini, Amicucci). *

38. I componenti microscopici della saliva sono verisimilmente di pertinenza soltanto del muco boccale; imperciocchè sono cellule d'epitelio e nuclei, presenti sempre in ogni goccia di saliva, e con essi de'*corpuscoli salivali* grandi 1/200'''

39. La proprietà principale della saliva consiste nella metamorfosi dell' amido in zucchero (Leuchs). Versando in un bicchierino dell'amido puro nella saliva, e tenuto il miscuglio per alcune ore alla temperatura animale, si scopre la presenza dello zucchero colla seguente prova chimica. Si prepari una soluzione acquosa di 1 parte di rame, 1 d'acido acetico, 20 di potassa; se ne stillino da 10 a 20 gocce sulla detta mescolanza, si riscaldi il liquido, e se ne avrà un coloramento intenso giallo bruno; mentre l'amido coll'acqua trattato in questo modo non perde il colore turchino.

* Questa è stata sinora la dottrina fisiologica; ma ora si ammette, che la saliva di ciascun paio di glandole ha una proprietà particolare; quella delle parotidi è *acquosa*, e serve a dissolvere le materie alimentari; quella delle sublinguali è vischiosa e serve ad agglutinarle in bolo per la deglutizione; e quella delle sottomascellari è di media densità e serve pel gusto. Intanto a nessuna delle tre maniere di saliva spetta la facoltà di metamorfosare l'amido in destrina e glucosi; ma siffatto potere è del *muco* boccale, il quale contiene cellule in via di scioglimento (Bernard Vella, de Martini.) *

La saliva non agisce disciogliendo le sostanze proteiche. Forse l' alcalescenza della saliva stessa promuove la secrezione del succo gastrico. Bernard ha osservato, che se una quantità d'alimenti è pervenuta nello stomaco, fatta alcalina dal carbonato di soda, la digestione si compie con maggior sollecitudine, che se la stessa quantità fosse mista con un acido.

(*b*) SECREZIONE E MOVIMENTO DELLO STOMACO.

40. *Succo gastrico.* — Oltre alla saliva si presenta come precipuo solvente delle sostanze proteiche un fluido, separato da glandolette lunghe mezza linea, (fig. 1 *ab*) e contenenti una massa sottilmente granulosa (Sprott-Boyd, Bischoff, Frerichs) che appellasi *succo gastrico* (Spallanzani). Si può ottenere il succo gastrico dagli animali, e in ispecie dai porci che abbiano mangiato un piccolo pasto

fig. 1.



prima della macellazione, e dagli uomini che sieno affetti da fistola allo stomaco, (osservazioni di Circaûd, Helm, e soprattutto di Beaumont),o che si procurino spontaneo il vomito (Gosse), e finalmente dai bruti a cui si siano fatte delle fistole artificiali (Blondlot).

41. Il succo gastrico è un liquido acquoso contenente 98—99 0/0 d'acqua, trasparente, non affatto chiaro, gialliccio, di odore specifico ed ingrato ma non puzzolente, che ha la facoltà di disciogliere alla temperatura di 20° R. l'albume coagulato, il cacio, le carni, le cartilagini, e che secondo Frerichs, si compone di cellule, e di caglio, le prime grandi 1/100 di linea, e contenenti un umore acquoso dotato in sommo grado di proprietà digestiva.

Quella sostanza attiva nella digestione, che in addietro (Tiedemau e Gmelin) si riguardò come del succo gastrico, non lo è; ben vero essa si produce per l'azione degli acidi sulla mucosa dello stomaco (Eberle). A questa sostanza si diè nome di *pepsina* da Schwann, e di *gastrosi* da Payen.

42. Si può preparare artificialmente il succo gastrico, secondo la scoperta di Eberle, togliendo la mucosa ben dilavata dell'abomaso del vitello, tagliandola in minuzzoli, e versandovi sopra tanta acqua, che ambidue sommino a 6 once, poscia aggiungendovi 80 grani di muriato di soda puro. Tenuto il miscuglio per 24 ore alla temperatura di 24—28.° R. e successivamente filtrato, si ottiene il succo gastrico artificiale.

43. Questo succo ha lo stesso odore di quello tolto dallo stomaco, non si corrompe per lo spazio di anni, impedisce la corruzione d'altre sostanze, e possiede la proprietà di sciogliere l'albumina, la carne, il cacio, ma non la gomma, nè l'amido.

L'amido pertanto si decompone nello stomaco in destrina ed in zucchero (Tiedemann e Gmelin), lo che sembra dipendere principalmente dalla saliva inghiottita. La gomma non soffre cangiamento alcuno. Lo zucchero di canna sembra secondo Bouchardat e Sandras convertirsi nello stomaco in zucchero d'uva. I grassi rimangono immutati. L' albume liquido resta intatto esso pure, ma entra, probabilmente dopo una qualche metamor-

fosi, come tale nel sangue (Tiedemann e Gmelin, Blondlot); il coagulato vi è disciolto, ma questa soluzione non viene precipitata nè dalla cottura, nè dal trattamento coll'acido nitrico. La fibrina e la caseina coagulate sembrano nella loro digestione convertirsi in albumina (Tiedemann e Gmelin, Simon).

44. Il succo gastrico è segregato soltanto dallo stomaco quando vi pervengono sostanze, ancorchè queste non sieno solubili, come la selce (Tiedemann e Gmelin). L'aceto che vi si aggiunge diminuisce la secrezione (Bernard). Nello stomaco vuoto di animali lungamente digiuni fu trovata la superficie della mucosa dar reazione alcalina o neutra.

45. L'acido libero dello stomaco, scoperto da Prout e da Tiedemann e Gmelin, fu considerato da essi per acido muriatico, mentre altri indagatori, come Chevreul, Lassaigne, C. H. Schultz, Bernard, Barreswil, e più d'ogni altro Lehmann, lo riguardano per acido lattico.

46. Se il succo gastrico contiene troppo acido, la sua facoltà dissolvente, come dimostrano gli esperimenti col succo artificiale, perde considerevolmente di forza, e perfino rimane fatuo; e nello stesso modo agisce la mescolanza della bile.

47. Una delle più mirabili proprietà della mucosa gastrica e della pepsina è quella di coagulare il latte, non essendo necessario che 1/500 di pepsina a dimostrarla su 1000 parti di latte (Mitscherlich).

48. Altre mucose ancora, per esempio quella del cieco, hanno la proprietà di sciogliere l' albume coagulato, o altre analoghe sostanze, semprechè sieno trattate come la mucosa gastrica; sebbene non lo si ottenga colla stessa facilità (Eberle).

49. *Digestione e fermentazione.* — La digestione in istretto senso, cioè lo scioglimento delle sostanze albuminoidi nello stomaco, non è identica alla fermentazione, e neppure ad essa essenzialmente analoga, perchè la digestione non ha mestieri per attuarsi dell'aggiunta di ossigeno, nè dello sviluppo di acido carbonico (Schwann, Müller).

50. *Durata della digestione.* — La durata della perfetta dissoluzione delle materie nello stomaco è differente e variabile da

un'ora e mezzo a cinque e mezzo. Beaumont trovò che le seguenti sostanze rimasero meno di due ore nello stomaco di un uomo affetto di fistola gastrica: pomi dolci molli, uova slattate, salmone cotto, sagù cotto, cervello lesso. Rimasero nello stomaco da 2 ore a 5 1/2 il latte bollito, le uova crude, il merluzzo allesso, le mela acide molli, il fegato di bue arrostito (2 ore); la gelatina cotta, la midolla spinale cotta, i cavoli crudi, il latte fresco, la carne di bue fresca arrostita, le ostriche crude, le uova sode tenere, la carne di castrato affumicata, il prosciutto crudo, il beefsteak, il pastume d'uova e di latte (pudding) (da 2-3 ore): il pane fresco di frumento, il formaggio vecchio, la carne di manzo arrostita, il salmone salato cotto, (fra 3-4 ore); la carne di porco salata di fresco, cavoli cotti, il grasso di bue e di castrato, i tendini cotti (fra 4—5 1/2). La facilità della digestione dipende principalmente dalla facilità con cui i cibi vengono disciolti nello stomaco: così per esempio, il glutine dei cibi vegetabili, essendo contenuto in cellule, devono le pareti di queste spezzarsi prima che quello si metta in contatto col succo dello stomaco; le materie insolubili, come le silique rimangono a lungo nel ventricolo, perchè è necessario un movimento più forte per mandarle avanti. Mediante la cottura, le silique e le cellule scoppiano più facilmente.

* La crusca contiene, oltre l'amido e il glutine, uno o più principii azotati aderenti all'interna faccia della pellicola colorata, il cui potere è analogo a quello della diastasi nel trasformare l'amido in destrina e zucchero (Mouriès).

E però torna molto più salutare la nutrizione col pan grezzo, ed è soprattutto commendevole per l'economia in tempo di penuria. L'affiorar la farina, cioè il separarne la crusca, è un affare di lusso, pregiudizievole al benessere degli organi digerenti e della nutrizione. *

51. Nello stomaco dei giustiziati si trovarono in cento parti le seguenti specie di gas, 71,45 0/0 di azoto, 14, 0/0 d'acido carbonico, 11, 0/0 d'ossigeno, 3,55 0/0 d'idrogeno (Chevreul). La raccolta di gas nello stomaco dipende spesso da aria esterna, massime ne' conati che precedono il vomito (Budge), e in altri casi è conseguenza di chimica scomposizione.

* Gli esperimenti sulla digeribilità relativa dei varii alimenti possono ancora instituirsi sui cani operati di fistola gastrica artificiale. La quale si pratica in un cane, cui poco prima siasi dato discreto cibo, facendo dalla cartilagine xifoide in giù ed alquanto obliquamente a sinistra della linea bianca, un' incisione alle pareti addominali, lunga circa un pollice, e penetrante: nella regione epigastrica si prenderà con due dita una piega della parete dello stomaco,e si trarrà di poco fuori onde si attraversi mediante ago con filo di argento;i cui capi si avvolgano intorno a cilindretto di sughero, col quale le facce della piega gastrica ritengansi a contatto degli orli della ferita. Ne verrà soda adesione, nel mentre che il filo segherà la parete dello stomaco, e vi farà la fistola. A conservarla poi, vi s' introduca un breve cannello di argento a doppio bottone, uno ponendosi a contatto della parete interna dello stomaco e l' altro della parete addominale : e sarà chiuso da turacciolo di sughero o di spugna, e si sturerà al bisogno o di procacciarsi il succo gastrico, o di esaminare sui diversi alimenti i fenomeni della digestione.

Il difetto momentaneo o permanente dell'attività digerente dello stomaco, *apepsia*, e la diminuzione di essa, *dispepsia*, dipendon sovente da sospensione o alteramento di secrezione del succo gastrico,cui soglion dar luogo i disturbi di circolazione e di innervazione della mucosa. La faccia interna dello stomaco del servitore di Beaumont, nel tempo della febbre, era asciutta, e ad onta dello stimolo del cibo mancava ogni secrezione di succo gastrico, e il cibo rimaneva indigerito. In simili casi, l'abbondante sviluppo di gas nei dispeptici indica che il cibo,ove non si rigetti per vomito, va soggetto a chimiche decomposizioni. *

52. *Moti dello stomaco.* — Il movimento del ventricolo si effettua, secondo che provarono le osservazioni sullo stomaco fistoloso dell'uomo,in direzione da sinistra a destra dal fondo cieco per la grande curvatura successivamente verso il piloro, e da questo per l'arco minore verso il detto fondo (Beaumont). Perlochè gli alimenti non sono sospinti una sola volta da sinistra a destra,e quindi evacuati,ma sì i moti si rinnovellano da una parte all' altra, d'onde succede che formisi un globo alimentare le cui

materie agevolmente si distemperano e si dissolvono in varie guise dal succo gastrico. Gli animali ruminanti inghiottiscono spesso il loro pelo, e per questi andirivieni ne formano una pallotta che fu chiamata *egragopila*. Nelle bestie d'ogni genere, compresi gli uccelli dotati di pareti gastriche molto robuste, il moto durante la digestione è lieve, e non può esercitare una gran forza sul contenuto. L'antica teoria della digestione, secondo la quale doveva eseguirsi dalle pareti una triturazione dei cibi, non è corrispondente alla esperienza.

I movimenti possono per irritazione del nervo vago e di certe parti del cervello esser ragguardevolmente accresciuti.

53. *Distacco dell'epitelio.* — In alcuni animali (per esempio i conigli) spesso si stacca l'epitelio della mucosa gastrica completamente durante la digestione, e forma una coperta membranosa intorno alla massa alimentare. Questa membrana epiteliale contiene succo gastrico, e dà reazione acida.

54. *Chiusura del piloro.* — Il piloro sembra sul principio della digestione totalmente precluso; e infatti negli animali appena uccisi si può spesso estrarre tutto lo stomaco, senza che venga fuori il contenuto (Wepfer, Tiedemann e Gmelin).

55. * *Movimento regressivo. Ruminazione, rigurgito, vomito, ileo.* Negli animali ruminanti, la porzione cardiaca dello stomaco è compartita in tre, *pancione reticolo e foglietto,* che son privi di glandole, e la porzione pilorica, cioè il *caglio* fornitismo di glandole utricolari, si è il vero stomaco digerente, mentre l'esofago dal cardia si prolunga in forma di *doccia esofagea* contrattile insino al foglietto. Per la qualcosa la loro meccanica digestiva si compie in due tempi, coll'opera della ruminazione. Questa è caratterizzata da ciò, che i grossi bocconi alimentari sono una prima volta masticati ed insalivati imperfettamente, e quindi inghiottiti dilatano la doccia esofagea e cadono nel pancione e nel reticolo che ne divengono serbatoi: in questi i loro componenti, massime la fecola, son sottoposti all'azione della temperatura del corpo, ed a quella della saliva, che vi scende e si mesce al fluido che trasuda dalle mucose prive di glandole. Dopo tal preliminare ammollamento, la massa cibaria, prima di passare nel ve-

ro stomaco, per una specie di *rigurgito*,in parte volontario,determinato dalla contrazione regressiva del cardia e dell' esofago le cui fibre muscolari sono striate come quelle del sistema animale, rimonta nella bocca a piccoli boli,i quali son la seconda volta ben masticati ed insalivati; e di nuovo inghiottiti seguitano, per la loro picciolezza, il tragitto della doccia esofagea che in quell'atto si chiude a canale, e passano definitivamente dal foglietto nel caglio; ove prosiegue la digestione delle materie amiloidi , e si compie quella delle materie albuminoidi.

È occorso osservare nell' uomo qualche caso di ruminazione (De Martini).

56. *Rigurgito.* Il rigurgito, il vomito e l' ileo differiscono pel punto sempre più basso da cui comincia il movimento regressivo; chè nel rigurgito principia dal cardia,nel vomito dal piloro e talora dal duodeno, e nell'ileo dall'intestino.

Col rigurgito risale aria o bocconi di materie acide; e il movimento regressivo cardiaco è determinato o dalla pressione dell'aria, o da eccedente replezione, o da stimolazione delle materie sull'estremità cardiache dell' 8 paio. È frequente nei poppanti e nei bevoni.

57. *Vomito*—Il vomito è un *movimento regressivo* dello stomaco e dell'esofago,*associato* a violenta contrazione simultanea del diaframma e dei muscoli addominali,con rigetto delle materie contenute.La meccanica del vomito riconosce il suo centro motore nella midolla allungata, e consiste per lo più in moti riflessi ed abnormemente tra loro associati; 1.° dello stomaco e della porzione ingerente del tubo alimentare, che si contraggono in senso regressivo con chiusura inferiore e con rilassamento del cardia , mentre i pilastri posteriori del palato molle si avvicinano e l' ugula si eleva; 2.° del diaframma e dei muscoli addominali , che colla loro contrazione simultanea e brusca premono lo stomaco. Lo stimolo che eccita la midolla allungata, o opera direttamente sovr' essa, come gli emetici,ovvero irrita punti lontani,da cui l'azione centripeta con facilità si propaga a quel centro nervoso , da cui si ripercuote sui nervi motori,come il titillare l'ugula e la dietrobocca, lo strangolamento e l' invaginamento dell' intestino, etc.

I ruminanti ruminano, ma non vomitano : le potenze del vomito non hanno forza da far rimontare le materie dal quarto stomaco pel cardia. La meccanica del vomito è parimenti senz'effetto nei solipedi per un doppio ostacolo che presenta al moto regressivo delle materie l'orificio cardiaco ; cioè , la sua direzione obliqua , e precipuamente un valido sfintere muscoloso formato dalle fibre dello strato interno. Legato il piloro, si riempia d'acqua lo stomaco d'un cavallo:una pressione,forte che sia ed a scosse ondulatorie, tornerà vana a far escire dal cardia una goccia di liquido (Flourens).

L'osservazione delle materie vomitate indica il punto da cui esse vengono, e le alterazioni del processo della chimificazione in rapporto alle malattie dei varii organi dell'apparecchio digerente. Le materie acquose acide, alcaline o fatue, e il cibo mal digerito, risalgono dallo stomaco; mentre il vomito bilioso parte dal duodeno, e lo stercoraceo dall'ileo. Nel catarro cronico dello stomaco, la digestione dell'amido si altera in quanto, oltre alla destrina e zucchero, si trova acido lattico e butirico o una materia gommosa,e nella clorosi acido acetico (Frerichs); i quali acidi peraltro posson appartenere al succo gastrico, la cui secrezione si altera sotto l'influenza dello stato morboso della membrana interna.*

c) BILE.

58. *Fegato.* — Il fegato, organo secretore della bile, è formato di un doppio sistema di canali, disposti a stretto ed esteso contatto tra loro senza avere una diretta comunicazione reciproca,cioè del sistema dei condotti biliari, e di quello dei vasi sanguigni (E. H Weber, Krukenberg). Una parte integrante di quelli cioè l'origine dei canaletti biliferi, (fig. 2, *gg*) è composta di cellule epatiche nucleate , grandi 1/140''' o più,facili a riconoscere col microscopio grattando la sostanza del fegato. Il sangue destinato alla secrezione della bile è principalmente portato dalla vena porta. Intorno al fega-



to considerato come organo preparatore dello zucchero si dirà appresso.

59. La funzione della bile nel corpo è ancora mal definita. Legato nei cani il condotto coledoco, non ne seguitava disordine alla digestione dello stomaco;il chilo diversificava dal chilo degli animali non operati, soltanto perchè invece d'essere bianco, appariva chiaro e trasparente; gli escrementi avevano cattivo odore,ed erano scoloriti; conseguitava dimagrimento, itterizia e lassezza, e successivamente la morte (Brodie,Tiedemann e Gmelin). Legato il detto condotto negli animali, e fatta la fistola biliare, e disponendo le cose in guisa da impedire che la bile venisse leccata,e che l'apertura si chiudesse,l'animale perdeva nulla o poco nel peso, la digestione non appariva molto alterata, e la vita in uno prolungavasi un anno intiero, in un altro sei mesi, e in un altro quattro. Il secesso s'effettuava regolarmente (Blondlot, Schwann, H. Nasse, Schrenk).

60. Si ammette, che un uomo separi ogni giorno 17—24 oncee di bile (Haller): in una donna che avea l' enunciata fistola io osservai venirne fuora in un giorno 12 once,quantità che non deve però essere consentanea allo stato normale.Nelle ricerche fatte sui cani Nasse trovò che, 1000 essendo il peso del corpo, ne fluivano 22 di bile entro le 24 ore. Riportando ciò all' uomo si calcola che in 24 ore secregansene 3 libbre da un adulto.La materia fecale non contien bile quale fu separata dal fegato; d'onde si può congliietturare che una parte sia assorbita dal sangue (Liebig). Negli escrementi si trovano inoltre meno combinazioni di soda che nella bile (Liebig); il qual fatto conduce alla stessa conclusione.

61. Rispetto alla composizione chimica, riconosciuta specialmente nella bile del bue, si trovano le proporzioni seguenti: *a*) 91—92 0/0 d'*acqua*. Il residuo secco si scioglie in massima parte nell'alcool puro, rimanendo indisciolto soltanto *b*) il *muco biliare*. Un'aggiunta di cloro baritico alla soluzione alcoolica dà il precipitato di una sostanza colorante *c*) *biliverdina*, o *cholepirrina*, la quale trattata cogli acidi prende tutt' i caratteri della clorofilla. Aggiungendo acido nitrico, la biliverdina si fa prima

turchiniccia, poi verde, poi violetta, rossa, e da ultimo gialla. Perciò il detto acido è un ottimo mezzo esplorativo della materia colorante biliare. Nel liquido filtrato si trovano in oltre: *d*) *cholestrina*, che può essere estratta coll'etere, e cristallizza in lamelle sottili e romboidali. *e*) L'essenziale materia biliare detta da Berzelius *bilina*, da Demarçay *acido choleinico*, fu da Kempe e Liebig denominata *acido bilico*. Depurato, esso si presenta sotto l'aspetto d'una sostanza gommosa, bianca, molto amara, solubile nell'acqua e nell'alcool.

62. Questa bilina non è una sostanza semplice (Strecker). Se si versa una soluzione di zucchero di saturno sopra la bile, abbia o non abbia essa grasso muco o sostanza colorante, ne succede un precipitato, che, separato il piombo, cristallizza in aghi stellati, *acido cholico* di L. Gmelin; mentre, nel mestruo residuo versata una soluzione di acido di saturno, si forma un secondo deposito, che, liberato dal piombo, presenta l'*acido choleinico* non cristallizzabile (con miscuglio di acido cholico). L'acido cholico si divide sotto lunga cottura con una satura soluzione baritica *a*) in un acido privo d'azoto, *cholalico*, e *b*) in un corpo azotato scoperto da Braconnot, detto *glicocolla*, o zucchero di colla. Anche col cuocere in compagnia degli acidi l'acido cholico si divide in quelle due sostanze, ma il risultante acido cholico prova ulteriori decomposizioni, e dà nuovi prodotti, quali sono l'acido choleidinico, la dyslisina ec. ec. L'acido choleidinico si distingue soprattutto per lo zolfo che contiene. Cuocendolo cogli alcali, o cogli acidi si decompone nell'acido cholalico che è privo d'azoto, ed in un'altra sostanza azotata, che è la *taurina* o *biliasparagina*, la quale si riconosce facilmente al microscopio a motivo de'suoi prismi esaedri terminati da piramidi simili. Questa sostanza non si presenta nella bile del porco, ma sì in quella dell'uomo.

63. Facendo gocciolare una soluzione di zucchero commista a due goccie di acido solforico concentrato sopra della bile raccolta in un vetro di orologio ne succede bentosto una bella macchia purpurea (Pettenhofer).

64. Le sostanze inorganiche componenti la bile sono carbonato di ammoniaca e di soda, fosfato di soda, ferro, potassa e cal-

ce, cloruro di sodio, fosfato e cianato di soda. La quantità di cenere della bile ascende ad 11, 7 0/0.

65. Il colore della bile fresca umana, quale si riscontra nelle fistole biliari o nei vomiti, è verde ; nel cadavere per lo più è giallo chiaro, o giallo scuro, o bruno, o talvolta anche d'un verde cupo (Gorup-Besanez). La bile è densetta, filamentosa come l'albume, contiene particelle di muco, forse provenienti dalla mucosa dei condotti biliari, più pesante dell'acqua (= 1030: 1000), fa schiuma agitandola, ha sapore amaro, odore ingrato speciale, e reazione per lo più neutra. A termine medio nella cistifellea si contengono da 328 — 492 grani di bile (Besanez). Guardata col microscopio offre granulazioni giallo-verdi piccolissime, ed epitelio a cilindri, ma di rado cholestrina, od altra specie di grasso.

66. La bile ritarda la putrefazione delle sostanze organiche tanto che può dirsi, che ad una temperatura di 18 R. la carne unita alla bile ed all' acqua prenda odor putrido due giorni dopo di quella che fu lasciata nell'acqua semplice.

67. La carne, l'albumina e le patate non vengono alterate dalla bile, e per nulla disciolte, mentre la si ritiene capace a disciogliere la caseina (Hühnefeld, Besanez).

68. La bile sembra avere un'influenza ragguardevole sulla solubilità dei sali, come avrebbero mostrato le ricerche di Enderlin. Egli trovava infatti nel sangue 15 0/0 di sali insolubili, e 84 0/0 di solubili, mentre che nello stomaco ne trovava circa 93 0/0 di insolubili, e 6 0/0 di solubili, nel duodeno 14 0/0 d' insolubili e 85 0/0 di solubili; nel rimanente intestino tenue 9 0/0 dei primi e 90 0/0 dei secondi, nel cieco 73 0/0 di quelli e 26 0/0 di questi, nel retto 94 0/0 degli uni e 5 0/0 degli altri.

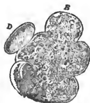
69. La bile è in parte espulsa mista alle fecce, ed in parte riportata nel sangue, cui arreca una materia molto ricca di carbonio (Liebig).

70. La bile ritarda la digestione artificiale, come altresì pregiudica la fermentazione.

d) SUCCO PANCREATICO.

71. * Gli organi elementari secernenti questo succo sono gli ultimi grappoli glandulari del pancreas composti di acini.(fig. 3. *d b*) Questi sono delle piccole vescicole, formate di una membranella sottile ed anista, soppannata di epitelio nella faccia interna, e dentro contengono una massa granulosa molle (enchimo). Per ottenere il succo pancreatico si pratichi nel destro ipocondrio di un cane una incisione, dalla quale si tiri fuori il duodeno con una parte del pancreas; indi allacciato ed inciso il dutto, vi si fissi un cannello di argento che imbocchi coll' altra estremità in una boccetta di gomma; e si rimettano gli organi nell' addome. Si raccoglierà così più di un' oncia di succo durante la digestione (Bernard) *.

fig. 3.



72. Il succo pancreatico è un liquido chiaro, filante, salato (Tiedemann e Gmelin) che dà reazione alcalina secondo Heuermann, Mayer, Magendie, Lassaigne; di rado acido.

73. Differisce dalla saliva, perchè non contiene ptialina, e perchè non è arrossato dai sali di ferro; ciò non di meno tramuta come la saliva l' amido in zucchero (Valentin, Bouchardat ed altri).

74. I componenti del succo pancreatico sono: albumina (2—3 0/0), materia estrattiva, carbonati, fosfati, muriati e solfati (Tiedemann e Gmelin). Secondo Frerichs 1000 parti di succo pancreatico dell' asino, contengono 986, 40 d' acqua, 0,26 di grasso, 0,15 d'estratto alcoolico, 3,03 di estratto acquoso e materia caseosa, 8,90 di cloruro sodico, 3 di sottofosfato di soda, solfato di potassa, 1,20 di carbonato e fosfato di calce, ed albumina.

* 75. Il succo pancreatico possiede due principi digerenti, cioè una maniera di *diastasi* o materia molto inclinata a decomporsi, ed una maniera di *albumina*. La prima ha il potere di metamor-

fosare l'amido in zucchero, e l'altra quello di emulsionare le sostanze grasse separando gli acidi dalla glicerina.*

76. La precipua funzione del succo pancreatico, secondo che ha scoperto Bernard, è di attenuare i grassi neutri, in modo da renderli idonei ad essere assorbiti dai vasi chiliferi. Questo effetto si vede nei conigli cominciare nel punto in cui il dotto pancreatico sbocca nel duodeno, e non più sopra ove si versa la bile. Nel tempo stesso questo umore, dietro le sperienze di Frerichs, ha la proprietà di decomporre nelle intestina l'amido in zucchero, e la bile in quei prodotti insolubili che devono essere evacuati cogli escrementi.

* Le alterazioni del succo pancreatico per malattie della glandola sono causa di dimagramento del corpo. *

e) UFFICJ DELL' INTESTINO TENUE.

77. *Precipitato nell' intestino tenue.* — Col miscuglio della bile e dell'acido muriatico si forma un precipitato, analogamente a quanto accade se si mescola il succo gastrico naturale od artefatto, o l'estratto acquoso del contenuto dello stomaco con la bile.

78. *Reazione del succo enterico.* — Nel terzo superiore dell'intestino la reazione è ancora per lo più acida; spesso lo è ancora nel terzo medio, e generalmente è neutra od alcalina nella terza parte finale (Tiedemann e Gmelin). Ciò non è tuttavia costante, trovandosi in alcuni animali la mucosa di tutto il tenue neutra, ed il retto intestino fornito di reazione acida. L' acido non è più il lattico, ma l'acetico: e sempre all' incontro appare più debole che nello stomaco, mancando anzi talora nel duodeno di certi animali, che lo hanno manifesto entro lo stomaco.

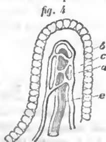
79. Il chimo che percorre l'intestino tenue è giallognolo, tenace e filante; contiene fiocchi, e rivela col microscopio cellule grandi e piccole, epitelio staccato, globuli adiposi, talvolta funghi filiformi (Remak, E. Mitscherlich), ed anche infusorj (Gruby), ed in questo caso verso il fine del tenue.

80. *Gas del tenue.* — I gas contenuti nel tenue intestino sono composti di acido carbonico, idrogeno ed azoto, senza ossigenò (Chevreul).

81. *Moto dell' intestino.* — Il movimento dell' intestino è in parte peristaltico, vermicolare, o veramente costituito da restringimento del canale quà e là in conseguenza d' irritazioni. Secondo le sperienze istituite da molti osservatori, (Haller, Fontana, Magendie, Budge, Valentin ed altri) sugli animali, durante la vita, il movimento è più leggiero che subito dopo la morte, in cui aperto l'abdome comincia breve tempo dopo a diventare fortissimo. Anzi secondo le osservazioni di Valler e le mie, è un segno sicuro della morte il vedere a traverso le pareti addominali il moto peristaltico degl' intestini, essendo senza fondamento l'opinione, che a ciò influisca l'ingresso dell'aria.

82. *Villi.* — Sulla superficie interna della mucosa del tenue intestino, non però in quella del crasso, s'innalzano de' piccoli filamenti (fig. 4), lunghi da un terzo di linea a mezza linea, che osservati, tenendo la mucosa sott'acqua, si vedono ricoprirla come fosse un fitto velluto. Di questi organi detti *villi* Krause calcolò la quantità a quasi quattro milioni; essi hanno per lo più un' aspetto fogliaceo; sono verisimilmente cavi nell' interno, e certamente tali sono nel bue; tutti coperti da epitelio *b* (Henle).

fig. 4



Sui villi si scopersero di recente delle piccole cellule (Goodsir, E. H. Weber), per le quali la parte ordinaria liquida del contenuto intestinale può trapassare. Queste cellule imbevute che sieno, sogliono scoppiare e trasmettere il contenuto nella sostanza del villo *c*. L'asse del villo è percorso da un linfatico *e*, o da un'ansa linfatica, che però non comunica colle cellule, e da un' ansa capillare *d*. Il linfatico è questa assorbono la materia contenuta nel villo (Goodsir). Dietro le osservazioni di Gruby, Delafond, Lacauchie, i villi possono muoversi in direzioni diverse, come si ravvisa negli animali morti di recente; movimento attribuito da Brücke e da Kolliker a fibro-cellule muscolari, le quali si prolungano fino al villo.

f) UFFICJ DEL CRASSO. ESCREMENTI.

83. *Escrementi.* — Il contenuto dell' intestino nel suo tragitto pel tenue, viene spogliato di mano in mano della parte liquida e nutritiva, e per ultimo, nello stato sano e se il moto dell'intestino non è troppo vivace, non rimane addietro se non muco, avanzi di bile, e componenti insolubili degli alimenti, quali sono bucce, epitelj, filamenti delle piante, peli, penne, unghie, scaglie, ossa; d'onde formansi gli escrementi nel crasso.

84. Gli escrementi o fecce contengono 75 0/0 d'acqua, 5 0/0 di bile, albumina, materia estrattiva e sali, 20 0/0 di residuo insolubile dei cibi, e resina di bile (Berzelius). Della bile secondo le osservazioni di Pettenkoffer il principale ingrediente, ch' è la bilina (V. N. 61), non si trova negli escrementi. Talvolta trovansi in questi commiste delle sostanze sì bene solubili, ma cacciate avanti dai moti dell'intestino, prima che si siano disciolte; la qual cosa è frequente nei bambini. I componenti inorganici degli escrementi sono, muriato di soda, sali fosforici, fosfato di soda, di calce, e d'ossido di ferro, nonchè acido silicico (Enderlin) e, come prodotto di corruzione, anche il fosfato di ammoniaca magnesico in cristalli.

85. Il meconio risulta composto di muco, epitelio, cholestrina, di altre specie di grasso, e 72 0/0 di acqua (Scherer).

86. La quantità delle fecce giornalmente espulse è di 5 once e mezzo circa, mangiandosi circa 2 libbre di materie solide, che contengono intorno a due once di materie non digeribili (§ 22). Io ho trovati generalmente ne'bambini gli escrementi forniti di reazione acida.

87. *Funzioni del cieco.* — Quanto è sicuro l' ufficio dell'intestino colon e del retto, ch'è quello di preparare l'escremento ed emetterlo dal corpo, altrettanto è incerto quello del cieco.

Vi sono alcune particolarità degne d'esser notate. 1. Negli erbivori è grandissimo, più che nei carnivori. 2. In quelli è quasi sempre ripieno di escremento molle. 3. I suoi movimenti dopo la morte cessano rapidamente. 4. Il suo contenuto ha in molti

animali reazione acida (Tiedemann e Gmelin), per cui gli vennero attribuite qualità digerenti (Viridet, Tiedeman e Gmelin, H. Schultz). Però non dobbiamo troppo attenerci a queste reazioni, stantechè se ne trova colla stessa frequenza nel retto intestino. Lo stesso s'incontra per primo nel crasso: la valvula del Bahuino, che sta sul confine del cieco, non è secondo Weber una valvula, ma evidentemente è formata dalle cellule del colon. Perciò, secondo O'Beirne, non può lasciare che sfugga la materia fecale dal cieco al tenue, e neppure che passi l'acqua, secondo Weber, da quello a questo, ancorchè s'incida l'estremità del tenue.

La forma in cui escono gli escrementi serve alla conoscenza delle varie condizioni dell'intestino retto, e singolarmente a stabilire la forza ed il modo della sua contrazione. La sostanza fecale è nello stato sano conformata secondo la figura del retto, e può dare indizio dei diametri di questo, nella forte contrazione del quale essa diventa naturalmente più sottile.

88. Alla evacuazione dello sterco contribuiscono oltre i muscoli del retto quelli altresì della respirazione. I moti del retto si possono facilmente osservare negli animali eterizzati cui si apra l'addome, e ciò anche poco dopo la loro morte. Sebbene siano per natura molto energici, possono tuttavia farsi più validi galvanizzando l'estremità inferiore del gran simpatico; allora la maggior parte del retto si restringe e si porta in su ed in basso evacuando così lo sterco. Io ho osservato molte volte che la parte dell'intestino prossima allo sfintere non si contrae egualmente che la porzione superiore: lo che sembra comune anche all'uomo, come si scorge dalla forma delle fecce.

I moti dell'intestino retto sembrano essere la causa più diretta dell' evacuazione, che non la sua ripienezza; e questi moti sono avvertiti dallo sfintere per guisa, che il muscolo si restringe, per dilatarsi di nuovo appena avvenga la sortita. Il secondo mezzo per determinare l'escrezione si è la pressione esercitata contemporaneamente dai muscoli addominali e dal diaframma sui visceri del basso ventre, e indirettamente sul retto medesimo.

g. CHILO.

89. * La *chimificazione*, di cui si è detto sinora, è un processo interamente chimico, coadiuvato da una meccanica che intende ad agevolarlo. Il chimo perfetto è una materia sanguificabile che risulta di albumina coagulabile, e di grasso emulsionato, più zucchero negli erbivori. La *chilificazione* del chimo ha luogo in un secondo apparecchio formato dei villi del sistema dei vasi chiliferi colle glandole proprie (glandole meseraiche), e delle glandole annesse (glandole emopoietiche), segnatamente la milza. La chilificazione è parimenti un processo chimico organico che si effettua sul chimo dalle cellule dei villi, e da quelle delle glandole meseraiche, e dalla penetrazione nel chilo dell' ossigeno del sangue dei vasi sanguigni attigui ai chiliferi, e della linfa della milza e delle altre glandole emopoietiche. *.

90. La parte disciolta del contenuto del tenue intestino viene assorbita dai linfatici che trascorrono pel mesenterio e pei villi. Alcune ore dopo il pasto si presentano que' vasi a guisa di tronchetti bianchi, perchè il *chilo* ha quel colore, come è facile verificare negli animali giovani.

Si ottiene di questo liquido meglio che altrove dal condotto toracico, da cui spiccia fuori a getto. È per lo più di un bianco di latte, o grigiastro, talvolta affatto trasparente, od anche rossigno. Ha un' odore particolare simile a sperma, sapore salino e reazione neutra od alcalina.

91. Il chilo contiene 90 0/0 d'acqua e 10 0/0 di parte solida.

92. Estratto si divide in crassamento , ed in un fluido che lo tiene sospeso. Il crassamento è formato di corpuscoli rotondi grandi da 1/250 a 1/500 di linea, lucidi, granulosi, spesso nucleati, e da fibrina; inoltre contiene grasso e corpuscoli sanguigni. Il fluido, o siero del chilo, contiene albumina e sali come il sangue. In ambidue si trova molto grasso, nel chilo più che nel sangue stesso (H. Nasse). Prima della coagulazione del fluido la fibrina è disciolta; ed appunto su questa proprietà del condensarsi fuori della vitale circolazione riposa la coagulazione.

93. Coll' esperienze sugli animali si è venuto in chiaro, che in 24 ore può fluire dal condotto toracico più copia di chilo di due terzi della complessiva massa sanguigna, (Magendie, Bidder). Questa quantità non dipende naturalmente tutta dalle sole materie alimentari, la di cui copia è di gran lunga a quella inferiore; ma sì anche dall'acqua introdotta nel corpo, e da altre sostanze disciolte che si trovano in esso, e che sono riprese dai vasi linfatici.

94. *Diversità fra il chilo e il contenuto dello stomaco e degli intestini.* — Il chilo si distingue essenzialmente dal contenuto dello stomaco e degl' intestini per i caratteri seguenti: *a*) esso si coagula; *b*) ha corpuscoli di forma determinata, molto più prossimi alle forme dei globoli sanguigni di quelli che si trovano negl' intestini; *c*) il chilo è più ricco di grasso che nol sia il contenuto dello stomaco e degl' intestini, e viceversa più povero di zucchero.

* La glucosi del chimo è assorbita in massima parte dalle radici delle vene meseraiche, d'onde per la vena delle porto attraversa il sistema secretore del fegato. *

95. *Differenza fra il chilo ed il sangue.* — La differenza fra il chilo ed il sangue consiste in ciò:

a) Che quello ha globoli scoloriti, e questo li ha giallicci. Appaiono è vero anche nel chilo i corpuscoli sanguigni, ma in quantità così mutabile, che non sembrano quasi essenziali. Se questi provengano da lacerazione dei circostanti linfatici, da passaggio dei sanguigni ne'linfatici stessi (?), o da produzione di essi nel medesimo chilo,ciò non è ancora deciso.Si osservò da Hewson, Tiedemann e Gmelin, ed Ecker, che i linfatici procedenti dalla milza hanno un contenuto rossigno.

b) Il chilo è in generale più ricco di grasso, più povero di sostanze solide che il sangue.Secondo H. Nasse 1000 parti contengono:

	Chilo del cavallo	*Sangue del cavallo*
Acqua	935	810
Corpuscoli	4,0	92,8
Fibrina	0,75	2,8

Albumina	31	80
Materia estrattiva	6,25	5,2
Grasso	15	1,55
Sali	8	6,32
Ossido di ferro	0,7	tracce

Pure nel chilo occorrono infinite variazioni; massime rispetto all'acqua fra 861 e 967, rispetto all' albumina fra 19 e 60, rispetto al grasso fra tracce semplici e 36 0/0.

c) La fibrina del chilo è più somigliante all'albumina, e può con maggior facilità trasformarsi in questa, di quel che soglia fare la fibrina del sangue.

96. * Il risultamento della chilificazione si è: la produzione dei globoli, e la fibrinazione del plasma del chilo. La produzione dei globoli ubbidisce alla legge generale della genesi delle cellule: sembra, che l'ematina provenga in parte dalla linfa della milza. La fibrinazione del plasma del chilo probabilmente deriva dall' albumina, la quale si metamorfosa in fibrina, nei villi e nelle glandole meseraiche precipuamente, mediante l' ossigeno del sangue che penetra nel chilo. I globoli ed un plasma assimilano molto al sangue il chilo elaborato dalle materie degli alimenti. *

h) GLANDOLE EMOPOIETICHE.

97. A questa specie di glandole appartengono la tiroidea, il timo, i reni succenturiati, la milza, e, secondo Ecker, anche i lobi anteriori della glandola pituitaria. Tutte mancano di condotto escretore. Il timo è molto analogo nella struttura alle glandole conglomerate, perchè appare formato di acini che sboccano in una cavità centrale. La tiroidea, le capsule soprarenali, ed i lobi anteriori della pituitaria risultano specialmente di vescicole chiuse, nelle quali si contengono nuclei ed una materia sottilmente granulosa. La milza racchiude anch'essa vescicole chiuse, che sono i corpuscoli del Malpighi, oltre i quali ha una polpa, che sembra costituire la sostanza essenziale dell'organo. I corpuscoli della milza, grandi da un quarto a un sesto di

linea, stanno nell'angolo dei vasi, e i loro velamenti passano immediatamente nelle guaine vascolari che abbracciano tutt' i vasi della milza. Le trabecole numerose, che si dipartono dalla capsula esterna per entrare nella sostanza dell' organo, contengono fibre muscolari cilindriche (Kölliker), per opera delle quali la milza è contrattile. Galvanizzando il viscere sopra animali viventi si ottiene pallore, un raggrinzamento analogo alla pelle d'oca, strie fascicolari, durezza accresciuta (Wagner, Ecker, Harless). Però quest' attività contrattile deve dipendere da circostanze tutte particolari, essendochè manca spesse volte del tutto. Nell' interno della polpa splenica, in mezzo ad altri meno importanti elementi si sono scoperte delle cellule (Kölliker, Ecker) che contengono globuli sanguigni in parte affatto immutati, in parte più o meno alterati, e con essi de' corpicciuoli (Ecker) inclinati ad assumere forme svariatissime, da' quali viensi a riconoscere che il sangue, colto da dissoluzione, dà origine a pigmento allo stesso modo che succede negli antichi stravasi di sangue (Hasse e Kölliker).

Funke rinveniva nel sangue della vena splenica sotto il disseccamento una quantità di cristalli rossi che si componevano d'improvviso in forma di prismi analoghi a quelli che ho trovati io medesimo già esistenti da varie settimane nello stomaco delle sanguisughe. Kölliker ed Ecker ritengono che la milza sia l'organo di decomposizione dei globoli del sangue: altri, come Hewson e Gerlach, la considerano organo costruttore dei medesimi. La milza e la glandula tiroidea possono essere estirpate senza danno; estirpata la prima, non rimane sconcertata la digestione, nè punto scemati l'estro venereo e la facoltà fecondatrice dell' animale (Schwager-Bardeleben). La milza forse si tumefà sotto il travaglio digestivo (Dobson). Sembra che se ne riproduca una ed anche più allorchè la si estirpi (Mayer).

SANGUE.

a). CARATTERI.

97. *Globoli del sangue.* — Il colore rosso del sangue è comune a tutti gli animali vertebrati, eccettuato soltanto l' *Amphioxus lanceolatus, Branchiostoma lubricum* (*Costa*), pesce singolarissimo, nel cui sangue non si trovano globoli. Il detto colore deriva da un infinito numero di corpicciuoli, contenuti a centinaia in una sola goccia di sangue, che sotto la denominazione di *cellule, granulazioni, corpuscoli, globoli sanguigni*, sono stati scoperti da Malpighi nel 1665, e da Leeuwenhoek nel 1673.

98. Questi globoli si possono vedere isolati, diluendo una goccia di sangue con una soluzione acquosa di sal da cucina o di zucchero, o con un po' di siero di sangue, ed osservandola col microscopio. Si conosce allora, che la forma loro è circolare con una escavazione nel mezzo d'ambo le facce, il colorito è gialliccio, la grandezza da 1/300 a 1/400 di linea, avendo spesso, sebbene non sempre, un nucleo.

99. In ogni globulo si distingue un involucro senza colore, ed un contenuto colorito, che sta applicato all'interna parete dello involucro, stante che il globulo appare cavo nel centro.

100. Mescolando il sangue con acqua pura, con aceto, con etere, con potassa, i globuli si distruggono: l'acqua trapassa la membrana cellulare, scioglie la sostanza colorante, e per tal modo il globolo si raggrinza e si perde di vista. I corpuscoli più voluminosi, come sono quei della rana, allorchè rimangono avvizziti dall'acqua, possono tornare visibili colla tintura di iodo (Schultz). L'acqua però non ne attacca i nuclei, ma sì il solo involucro, come dimostrano l' esperienze sul sangue della rana; e siccome l'acido acetico scioglie questo velamento, così li distrugge; lo che fa del pari anche l'etere; e gli alcali sciolgono per giunta anche il nucleo. La bile distrugge essa pure questi corpuscoli (Hünefeld, Simon), ma allora soltanto che trovisi in istato di concentrazione.

101. Tenendo una goccia di sangue per alcuni minuti sotto il

microscopio, si vedono avvicinarsi quei globuli l'un l'altro, formando quasi direbbesi delle piccole pile (fig. 5, *b d*). Si è osservato che nel sangue, i cui globuli assumono sotto il microscopio la detta forma, essi si depongono al fondo con maggiore facilità. Si suppone quindi che siffatta precipitazione sia conseguenza del reciproco accollamento, e questo un effetto della poca quantità di grasso contenuta nel sangue.

102. Aggiungendo una soluzione concentrata di sal da cucina, ovvero alcool, acidi minerali o somiglianti, i globuli non si disciolgono, ma si raggrinzano, perdendo così il velamento la naturale sua levigatezza.

103. Nella grandezza de' globuli si trovano (N. 126) alcune differenze. I maggiori sono in generale più chiari e più smorti: i piccoli più coloriti e più lucidi: forse che i primi sono più antichi dei secondi.

104. Il sangue venoso è più oscuro dell'arterioso, senza però che siavi differenza nei globuli, allorchè questi si osservino isolati.

105. *Globuli scoloriti del sangue.*—Oltre a questi globuli rossi scorgonsi nel sangue altri corpicciuoli più chiari, rotondi, o tal fiata ovali, con nucleo manifesto, forniti di pochissima materia colorante od anche privi affatto di questa ; i quali si ritengono provvenienti dal chilo e dalla linfa. La loro grandezza è poco diversa da quella dei sanguigni, e questi sono forse una produzione di quelli.

106. *Plasma.* — Nel sangue che circola dentro i vasi i globoli rappresentano le sole parti solide non disciolte nel liquido sanguigno. Le sostanze disciolte sono in ispecie, la fibrina, l' albumina, la caseina, piccola quantità di zucchero, grasso e sali.

107. *Fibrina. Coagulazione.* — Nel sangue, che non circola più, accade che la fibrina si rapprenda; e durante la sua coagulazione le particelle solide, cioè i globoli, rimangonvi impigliati formando quel corpo solido e placentale, che nel sangue estratto e lasciato per alcun tempo tranquillo si dice *crassamento*, il quale è dipoi cinto da un liquido limpido o gialliccio, che chiamasi *siero*. Laonde siero significa plasma, spoglio di fibrina ; crassa-

mento vale quanto l'unione de'globuli colla fibrina. Il liquido sanguigno finchè si trova dentro a' vasi si chiama plasma, o *liquor sanguinis*, ed è carico di fibrina.

108. La più rapida coagulazione del sangue è ad un minuto e mezzo dopo l'estrazione sua dai vasi. Spesso però è molto più tarda, talchè talora passano ben dodici ore prima che il siero siasi tutto sprigionato dal crassamento.

109. Nello stato normale la superficie del crassamento è rosseggiante. Ma se i globuli precipitano con soverchia sollecitudine, o se la fibrina anticipa la sua coagulazione, la superficie del medesimo si fa bianca pel generarsi di ciò che si chiama la *cotenna* ossia la *crosta infiammatoria*.

110. In condizioni parimente normali il siero è giallo chiaro, trasparente, e privo di globuli; ma talora, forse quando il coagulo si fa troppo sollecito, o quando la fibrina manca di coesione, si scorgono nuotanti nel siero i detti globoli in quantità più ó men grande.

111. Il coagulamento del sangue non viene impedito se si colloca quel fluido sotto una temperatura eguale a quella del corpo, sia in istato di riposo, sia in attitudine di movimento, e neppure se si galvanizza quando è ancora fresco, o se si mette nel vuoto, o in mezzo ad altro gas che non sia l'aria atmosferica. Per l'opposto il sangue messo a ghiacciare si coagula soltanto quando comincia il disgelamento. Impediscono questo rapprendimento le quantità più leggiere di alcali caustico o di carbonato di potassa. Talvolta anche senza nulla di tutto ciò il coagulo non si forma. Il sangue dei fulminati e degli avvelenati coll'acido idrocianico si rapprende anch'esso. Sospendono quel processo il solfato di soda, il nitro, il sal da cucina e lo zucchero.

* Su quest' azione appunto poggia l'indicazione razionale dei sali alcalini nei mali infiammatorii, in cui si aumenta la quantità della fibrina, e questa esudando col plasma mostra maggior tendenza a produzioni plastiche. *

112. Filtrando il sangue dell'uomo o d'un mammifero, i globuli passano attraverso la carta del filtro; ma se vi si mescola del solfato di soda, i globuli rimangono sopra il filtro, sempre che

il liquido si mantenga esposto al contatto dell'ossigeno (Dumas). I globuli del sangue delle rane per la loro grandezza non possono passare attraverso nessuna specie di carta (Müller), se non è stata preventivamente bagnata con acqua inzuccherata. Questi due sperimenti persuadono, che la fibrina sta disciolta nel plasma, perchè alcun tempo dopo essa si precipita.

113. *Fibrina.* — La fibrina si ottiene dal sangue fresco collo sbatterlo mediante verghe o vimini, col qual mezzo si separa in compagnia di molti globuli, al modo di una massa da prima viscosa poi filamentosa, che resta attaccata alle verghe. Dilavando più volte questa sostanza, diventa bianca e composta di molte fibre intricate: disseccandola si fa giallo-grigiastra, e rigida a tal segno da non poterla polverizzare. La sua conservazione è possibile soltanto in istato di coagulamento.

114. La fibrina coagulata che si estrae dal chilo è più molle di quella che si ottiene dal sangue venoso, che è più molle di quella dell'arterioso.

115. La fibrina solida che si ricava dai muscoli si distingue da quella del sangue, perciò che questa lavata con acqua inacidita da 1/10 di acido muriatico, si gonfia, laddove l'altra in gran parte vi si discioglie (Liebig).

116. La fibrina coagulata del sangue venoso o dei muscoli può essere convertita in albumina liquida, qualora si tratti con carbonato di soda o con nitro a 32. R. (Denis, Liebig). Anche la putrefazione determina un'analoga metamorfosi (Wurtz, Liebig) e probabilmente il succo gastrico produce un simile effetto; però l'albumina del chimo stomacale non è coagulabile nè dal calore nè dagli acidi minerali.

117. *Albumina.* — L' albumina del sangue è del pari contenuta nel plasma, e rimane anche nel siero. Si suppone che quella che sta disciolta completamente si trovi combinata colla soda sotto forma d'albuminato sodico (Berzelius); o sotto altro punto di vista (Enderlin) che vi sia sciolta da un trifosfato di soda. Ciò significa, che tanto la soda come quel sale la disciolgono facilmente, mentre l' acqua pura la stempera assai difficilmente.

118. Il siero esposto al sole perde per volatilizzazione l'acqua, e lascia a dietro una massa gialliccia fragile, spesse volte lanuginosa, il cui componente precipuo è l'albumina mista a qualche sale, a grasso, ed a qualche altra sostanza non ancor bene conosciuta (materia estrattiva). Se tolgansi queste sostanze col mezzo dell'alcool o dell'etere, si ottiene l'albumina in istato di purità, cioè solubile nell'acqua, coagulabile a sessanta gradi R., o coi mezzi notati al N. 14. Coagulata che sia, diviene poco solubile nell'acqua, ma lo è bensì negli alcali e negli acidi.

119. *a. Caseina. Zucchero.* — Secondo Panum si trova nel siero del sangue della caseina; l'acido acetico vi determina un intorbidamento ancorchè sia molto diluito. Il sangue della placenta secondo Stas sembrerebbe assai ricco di caseina.

Nel sangue si trova eziandio sempre un po'di zucchero, quantunque in generale in proporzioni assai scarse, ma forse alquanto accresciute nell' epoca della digestione. Per iscoprire lo zucchero nel sangue il metodo più commendevole è quello di Bernard; il quale consiste, nel metterne una certa quantità in un cucchiaio di stagno, poscia coprirlo con molto solfato di soda cristallizzato, riscaldarlo sopra una lampada a spirito di vino, da ultimo decantarne l'acqua che resta al fondo del cucchiaio, e ricercarne lo zucchero come fu detto al N. 39.

120. *Globulina. Ematina.* — Nei globuli del sangue si contengono due sostanze, cioè: un corpo analogo all'albumina ed alla caseina che chiamossi *globulina*, ed una materia colorante che fu detta *ematina*. Queste due sostanze compongono il *cruore*. Facendo cuocere i globuli con alcool contenente acido solforico, e raffreddando il liquido, ne precipita coagulato il solfato di globulina, intantochè il solfato di ematina rimane sciolto anche a freddo nell' alcool. Per liberare il sedimento di tutta l'ematina è mestieri cuocerlo ripetutamente coll'alcool, indi per allontanare l'acido solforico dalle due sostanze bisogna trattarlo coll'ammoniaca (Lecanu). La globulina si presenta purissima nel cristallino dell'occhio: neutralizzando il liquido del cristallino con acido acetico, indi asciugandolo cautamente, e lavando il residuo con etere od alcool, la globulina rimane addietro sotto forma di

polvere bianco-gialliccia, solubile nell'acqua, e coagulabile col calore.

121. *Ferro.*—Tanto la globulina quanto l'ematina si trovano nei globuli del sangue in istato di non coagulazione, solubili nell'acqua. Col trattamento descritto nel precedente numero, o con con tutt' i mezzi che atti sono a promuovere il coagulamento dell'albumina, queste due sostanze si rapprendono.

122. Coll'ematina del sangue sta combinato il ferro quantunque questo liquido non diventi nero-turchino sotto l'azione della tintura di galla, o schiettamente turchino col cianuro ferro-potassico, i quali reagenti sono sensibilissimi al contatto del ferro. Per iscoprirlo è dunque necessario far passare il gas cloro sul sangue per distruggerne il color rosso, e far rappigliare la massa in un trombo biancastro (Engelhardt); o veramente incenerire o carbonizzare il sangue. Lavata la massa così scolorata con l'acqua, o riscaldando il carbone sanguigno con un po' d'acido muriatico, filtrato il liquido, e versatevi sopra alcune gocce di cianuro ferro-potassico, si ottiene il colore turchino caratteristico. Del pari è impossibile scoprire il ferro co' reagenti in molti altri fluidi organici renduti alcalini. Si prenda p. e. una soluzione di zucchero e si ponga in un vetro da reagenti; vi si versino sopra alcune gocce di soluzione di muriato d'ossido di ferro, ed alcune altre di liquore d'ammoniaca caustica; si agiti il miscuglio, e si vedrà che il liquido giallo bruno non è fatto azzurro dal cianuro di ferro potassico.

123. ***Proteina.*** — La fibrina, l'albumina e la globulina appartengono a quel genere di sostanze che s'appellano proteiniche. A motivo dello zolfo e del fosforo che contengono si distinguono fra loro per ciò che, secondo Mulder, l'albumina ha 1,3 0/0 di zolfo e 0,26 di fosforo; la fibrina 1,2 0/0 Z, e 0,26 F; la globulina 0,9 Z, e nulla F. Però è possibilissimo il mostrare proteina pura non esente di zolfo (Laskowsky).

124. *Grasso.* — Di grasso si trova nel siero e nel crassamento in istato di soluzione saponacea, e perciò non riconoscibile col microscopio. Si trovano nel sangue colesterina e cerebrina con fosforo, nonchè oleina (acido elainico di Verdeil e Dolfuss) serolina, ed acido margarico.

125. *Sali.* — Rispetto ai sali che esistono nel sangue vennero riscontrati, *a*) il cloruro di sodio, *b*) il cloruro di potassio, *c*) il fosfato di calce, *d*) il fosfato di magnesia, *e*) il fosfato di soda, il quale spesse volte è combinato colle sostanze albuminose che rende solubilissime nell'acqua, e mentre esso predomina nel sangue, viene a predominare nelle carni quello di potassa (Liebig), *f*) il solfato di soda (Enderlin), *g*) i carbonati (Lehmann).

126. *Aria.* Il sangue sviluppa nel vuoto dei gas, sia esso arterioso o venoso. In 1000 volumi dà:

l'arterioso 72,2	d'acido carb., 25,0	d'ossig., 9,9	d'azoto :
il venoso 47	» 12	» 7	»

Se l'acido carbonico n'è esalato per opera del gas idrogeno, se ne ottiene una quantità molto maggiore, cioè in ventiquattr'ore su mille c. c. di sangue, ben 640 c. c. d'acido carbonico (Magnus).

127. *Attrazione dell'ossigeno.* — Le sostanze azotate che stanno alla composizione del sangue hanno la facoltà d'assorbire l'ossigeno atmosferico e di sviluppare l'acido carbonico. Questa facoltà si riconosce dalla fibrina (Scherer) e in principal modo dai globuli. Se per opera della respirazione entra ossigeno nel sangue, esse si decomporranno per fornire il carbonio.

128. *Acido carbonico nel sangue.* — L'acido carbonico si sprigiona sempre che s'agiti il sangue con ossigeno e con idrogeno (Stevens).

129. *Aria nel sangue e nei globuli.* — L'aria del sangue si sviluppa egualmente anche dal siero, e da questo anzi in maggior copia che dal sangue sbattuto (I. Davy). Ciò non significa tuttavia che i gas si trovino a preferenza nei globuli o intorno ad essi; che anzi sembra i gas assorbiti distribuirsi in tutto il sangue.

130. *Calore del sangue.* — Il sangue ha una temperatura da 28 a 30° R., essendo però l'arterioso più caldo del venoso.

131. *Odore del sangue.* — L'odore del sangue è specifico, più forte negli uomini che nelle donne, nei robusti che nei deboli (H. Nasse), e la sua particolare natura si riconosce più agevolmente coll'aggiunta dell'acido solforico, mezzo utile alle ricerche medico-legali, ove occorra distinguere il sangue dell'uomo da quello di altri animali.

132. *Peso specifico.* — Il peso specifico di questo liquido sta a quello dell'acqua come 1,05 sta ad 1.

133. *Quantità.* — La quantità del sangue negli uomini adulti è calcolata fra le 20 — 30 libbre; al quale risultato, che è pur sempre ipotetico, si può pervenire col ragguaglio della massa di iniezione necessaria ad iniettare un corpo intero (Herbst), o computando il sangue dei giustiziati (Haller), o togliendo da un animale una data quantità di sangue e sostituendolo per iniezione con una quantità eguale d'acqua, ripetendo l'operazione. Si può per tal guisa paragonare la quantità delle sostanze solide colle liquide del primo sangue, poi quella del secondo sangue divenuto più ricco di acqua, e così dedurne col calcolo la massa di acqua che si è mescolata col sangue. Cou questo metodo ingegnoso Valentin ha stabilito, che la copia del sangue sta al peso del corpo come 1 sta a 5.

134. *Colore del sangue.* — Il colore del sangue contenuto nelle vene è rosso-scuro; quello delle arterie, rosso rutilante; forse perchè i globuli del primo contengono maggior copia di acido carbonico, mentre in quelli del secondo predomina l'ossigeno. Probabilmente questa unione dei detti gas è più fisica che chimica. Infatti sotto la macchina pneumatica il sangue venoso perdendo acido carbonico si fa più chiaro come il sangue vermiglio per la perdita dell'ossigeno si oscura. La soluzione del sangue arterioso nell'acqua distillata si distingue per maggiore chiarezza da quella del venoso; ma entrambi ben tosto diventano rossoscuri, senza che acquistino mai più la proprietà di ravvivarsi sotto l'azione di una corrente di ossigeno (Scherer), porgendo così una prova che il diverso coloramento non è conseguenza di chimica operazione (Scherer).

135. Il sangue venoso diventa rutilante ove venga in contatto coll'aria anche a traverso le pareti delle vene più sottili, o se lo si agiti all'aria, o meglio ancora in un'atmosfera d'ossigeno, nel qual caso sviluppa acido carbonico. L'attrazione dell'ossigeno per la sostanza colorante è sì grande, che quest'ultima si arrossa ancorchè vi sia soprassaturazione d'acido carbonico. Infatti il crassamento è sempre vermiglio sulla superficie, mentre nelle sezio-

ni è bruno, perchè la materia colorante dello strato superiore si è fatta arteriosa.

136. Il sangue venoso diventa rutilante coll'aggiunta di soluzioni saline, e specialmente di nitro e sal marino, sebbene non mai come accade per opera dell'ossigeno. Ma la sua combinazione coi sali rende bastevole a farlo arterioso una piccola quantità d'ossigeno.

137. Il sangue mescolato con acqua distillata o con acidi, indi coll'alcool,e soprattutto con sostanze mucillaginose,per esempio colla mucillagine di cotogno o di gomma arabica, diventa oscuro.L'arterioso misto ad acido carbonico si fa venoso.E lo stesso ha luogo sotto qualunque disordine della respirazione, sotto la recisione dei nervi vaghi, nelle malattie del cuore e dei polmoni, semprechè turbino la ossidazione del sangue.

138. Il sangue oscuro diventa chiaro all'aria, perchè perde il suo acido carbonico, e molto più perchè acquista l'ossigeno. Esso può contenere molta quantità del detto acido, e tuttavia chiarificarsi per la influenza dell'ossigeno,o rimaner oscuro quantunque abbia svaporato quell'acido. L'alcool infatti favorisce la sua dispersione, e tuttavia lascia al sangue il detto colore oscuro.

139. *Sangue arterioso.* — Le differenze fra il sangue arterioso ed il venoso sono le seguenti:

a) Diversità di colore.

b) Diversa solubilità della fibrina, la quale nel venoso si lascia tramutare in albumina, mentre quella dell' arterioso non soffre mutazione alcuna (Scherer).

c) L'arterioso è più caldo dell'altro di circa un grado R. (Breschet, Becquerel).

d) Il primo è specificamente più leggiero (H. Nasse).

e) Oltrechè contiene maggior copia di fibrina (Lecanu).

f) E si coagula più presto (H. Nasse).

140. *Sangue della vena porta.* — Il sangue della vena porta si distingue per la sovrabbondanza di acqua e di grasso, a paragone dell'altro sangue sì arterioso che venoso (C. H. Scultz, Simon). Il sangue delle vene epatiche diversifica assai da quello della vena porta, perciocchè contiene più copia di globuli; cioè

mentre quello della vena porta in *cento* parti contiene 34 di siero, in altrettante parti di quello delle vene epatiche si hanno di siero 15 parti soltanto. Per converso i globuli sono più scarsi di ematina e di ferro: le sostanze solide sono in generale nel sangue epatico assai più copiose che nell'altro, non già per aumento d' albumina e di grasso, ma sì per ridondanza di materia estrattiva e di zuccherò. Nel sangue della vena porta si trova come principio puramente eccezionale lo zucchero, che all' incontro è in quantità considerevole entro all'epatico (Bernard, Lehmann). Da queste osservazioni si deduce, che il fegato è l'organo destinato alla preparazione de' globuli sanguigni e dello zucchero. Intorno al sangue splenico. V. N. 97.

141. *Componenti quantitativi del sangue.* I componenti quantitativi del sangue sono i seguenti prendendo per base 1000 parti di quel fluido:

	LECANU	BEQUEREL e RODIER	
		uomini	donne
Acqua	780 — 785	779	791
Fibrina	2 — 3	2,2	2.2
Albumina	65 — 69	69,4	70,5
Emato-Globulina	119 — 133	141,1	127.2
Grasso	3 — 6	1,6	1,6
Materia estrattiva	2 — 3		
Sali	9 — 10	7,1	8,2
Ferro	....	0,555 (H. Nasse)	

Secondo Schmidt e Lehmann 1000 parti contengono:

	GLOBULI	PLASMA	
Acqua	688,00		902,90
Parti solide	312,00		97,10
Peso specifico	1,0885	1,028	
Ematina	16,75	fibrina	4,05
Globulina o membrane di cellule	282,22	albumina	78,84
Grasso	2,31	grasso	1,72
Materie estrattive	2,60		3,94
Sostanze minerali (senza ferro)	8,12		8,55
Cloro	1,686		3,644
Acido solforico	0,066		0,115
» fosforico	1,134		0,191
Potassio	3,328		0,323
Sodio	1,052		3,341
Ossigeno	0,667		0,403
Fosfato di calce	0,114		0,311
» di allumina	0,073		0,222

142. Calcolata la normale copia di sangue di un adulto a libbre 25, si vede che 19 1/2 sono composti soltanto di acqua.

da 1,6 fino a a 2,4	loti	di fibrina
1 1/2	libbra	di albumina
3	»	di ematina
da 2 a 4	loti	di grasso
da 1 a 2	«	di materie estrattive
1/4 di libbra		di sali
(ferro 106,5 grani) (1).		

(1) La libbra alemanna (pfund) è di once 12; il *loto* è mezz' oncia.

143. *Differenze tra il sangue e la nutrizione.* — Nel sangue esiste una assai minor copia di sostanza non azotata (grasso) di quello che in generale si trovi negli alimenti ingesti. Le altre differenze emergono dalla descrizione del sangue.

144. *Differenze secondo i sessi.* — Il sangue della donna è più ricco di acqua che quello dell'uomo (Lecanu, Denis), ed ha più copia di sali, ma minore quantità di ematina.

Differenze secondo l'età.—Col crescere dell'età si accresce nel sangue la cholestrina in ambidue i sessi (Becquerel e Rodier).

145. *Sottrazione del sangue.* — L'improvvisa sottrazione del sangue, computando che la sua massa sia 1/5 del peso del corpo, porta facilmente la morte immediata. Un grosso cane può tutto al più perdere da 9 a 12 once di sangue (Blundell); un montone 61 once (Scheel), un uomo circa 5-6 libbre, un cavallo intorno a lib. 20. Però se la perdita ha luogo a poco a poco, può essere tollerata una perdita doppia senza che ne conseguiti la morte. Una grande ferita nel cuore porta seco una morte sollecita in quasi tutti gli animali a sangue caldo.

146. La causa della morte che succede alle emissioni sanguigne non è tanto a ricercarsi nella mancanza di nutrizione delle singole parti del corpo, conseguente alla deficienza delle sostanze fluide componenti il sangue , perciochè la morte ha luogo in esse più o men sollecitamente,ma sempre più tardi se si sottraggono al corpo i mezzi nutritivi;sì ben più verisimile è l'attribuirla alla diminuzione dell' ossigeno, sostanza eminentemente necessaria alla conservazione delle attività vitali di ciascuna parte. E precipuamente devesi ascriverla al deficiente contatto di questo elemento colle parti centrali del sistema nervoso. Potrebbe assimigliarsi la sottrazione dei globuli sanguigni alla morte per soffocazione, e quella del plasma alla morte per fame.

147. *Importanza del ferro.* — La genesi dei globuli del sangue sembra stare in rapporto strettissimo coll'ingresso del ferro nel sangue. Nella clorosi la quantità de'medesimi discende a 48 essendo 133 l'ordinaria loro proporzione.Ma se cotesti ammalati fanno uso del ferro, bentosto i globuli si aumentano (Andral e Gavarret). È curioso che nel chilo si trovino appena tracce di

ferro Rees, Simon, H. Nasse), e che per l'opposto 1000 parti di sangue ne contengono 1/2 (Becquerel e Rodier).

* Questo fatto dipende da che il ferro contenuto negli alimenti o amministrato per rimedio è assorbito in massima parte dalle radici venose e non dalle radici chilifere e nel sistema capillare del fegato forse servirà alla formazione di nuovi globuli. *

176. *Funzione dei globuli.* — I globuli del sangue servono alla nutrizione, non già perchè si convertano in vere particelle dell'organismo, come fu creduto in addietro (Döllinger, Dutrochet), essendo che la nutrizione operandosi per filtramento a traverso le pareti vascolari, essa non può dipendere da sì fatti corpicciuoli, troppo voluminosi per trapassarle.

* I globuli invece, come cellule, elaborano il plasma nutritivo, ed assorbendo ossigeno nella respirazione ed arrecandolo alle parti, sono i mezzi alle metamorfosi delle loro materie ed alle loro vitali manifestazioni. *

177. *Iniezioni del sangue.* Injettando il sangue d'animali forniti di grandi globuli ovali, come sono gli uccelli, nelle vene dei mammiferi che li hanno rotondi, ne succede con somma celerità la morte dell'animale (Dieffenbach, Bischoff). E del pari periscono gli uccelli a cui s'iniettì il sangue venoso de' Mammiferi (Bischoff).

178. Dietro le osservazioni di Magendie non si trovano dopo un giorno nel sangue degli uccelli i globuli sanguigni d'un mammifero iniettativi il giorno innanzi.

b. CIRCOLAZIONE DEL SANGUE.

179. *Circolazione maggiore.* — Il sangue arterioso passa dal ventricolo sinistro (fig.5, *b*) nell'aorta *h*, e sue ramificazioni i *k*, *m n*, e di là senza interruzione dai più sottili capillari arteriosi nell' alveo venoso. Nei capillari il sangue è già divenuto oscuro, perchè ha perduto ossigeno. Quello delle vene come continuazione diretta del torrente de'capillari si raccoglie in due tronchi venosi cospicui, che sono le vene cave superiore, *l* ed inferiore *o*; le

fig. 5.



quali sboccano nella parete posteriore del seno destro del cuore, *c*. Questo circolo, nel quale il sangue dal sinistro ventricolo si trasporta nel seno destro, si dice *grande circolazione*.

180. *Circolazione minore*.—Dal seno destro il sangue venoso entra nel destro ventricolo *a*, e di là nell'arteria polmonare *e i*, da cui per le successive ramificazioni si propaga nei suoi capillari, d'onde ritorna rutilante, e rifluisce ricomposto a sangue arterioso nel seno sinistro *d* mediante le quattro vene polmonari. Il circolo formato dal corso del sangue dal destro ventricolo al seno sinistro si chiama *piccola circolazione*.

181. *Circolo della vena porta*. — Suolsi considerare altresì un *circolo della vena porta*, intendendo con esso la deviazione che fa il sangue venoso della milza del pancreas dello stomaco e del tenue intestino, allorchè prima d'entrare nel tronco della cava inferiore, si raccoglie nella vena porta, di là si spande pei capillari di questa vena nel fegato, e da ultimo, ripreso dalle vene epatiche, sbocca nella cava.

182. *Vasi capillari*. Sotto il nome di capillari s'intende designare il tramite interposto fra le arterie e le vene, ove il diametro dei vasi esilissimi rimane costante, malgrado i rami che ne sortono, e le reti che si costruiscono. La loro fabbrica risulta d'una membrana semplice ma contrattile, spesso fornita di nuclei. Il loro diametro medio è di 1/300''' ; sono però più larghi nella midolla delle ossa (fino ad 1/100'''), più sottili che per tutto altrove nelle masse muscolari e nervose, per esempio, nella retina 1/500''' (secondo Henle).

183. *Moto passivo del sangue*. — Il sangue e specialmente i globuli non contribuiscono essenzialmente per sè stessi alla circolazione, come un tempo fu opinato da Kielmeyer, Treviranus, Carus, Döllinger, i quali attribuivano al sangue una specifica forza impellente, per la quale si movesse verso i capillari, e da questi più oltre. I globuli sono messi in movimento, e ulteriormente sospinti.

184. *Forza impellente*. — La spinta per la quale il sangue è messo in circolazione è principalmente data dalla contrazione dei muscoli del cuore, a cui s'aggiungono l'aria esterna che preme

appena sia superata la resistenza, la contrattilità ed elasticità dei vasi, il moto di altri muscoli e le valvole delle vene.

157. Le contrazioni muscolari del cuore hanno un ritmo costante. Da prima si contraggono simultaneamente i due seni, subito dopo i due ventricoli ad un tempo; ma intantochè si contraggono quelli, i ventricoli sono dilatati e pieni di sangue, e viceversa. La contrazione delle cavità chiamasi *sistole*, l'espansione *diastole*.

158. La sistole dei seni comincia, secondo Künschner, alla foce delle vene, e non già, secondo l'opinione corrente, alle orecchiette; effettuandosi più secondo la loro latitudine che nel senso della lunghezza. Nell'istante successivo si contraggono contemporaneamente i due ventricoli, rialzandosi in quel mentre l'apice del cuore, e tutto il viscere rivolgendosi alquanto da destra a sinistra. Durante la contrazione dei ventricoli, e segnatamente intanto che la punta si spinge in avanti, ha luogo un urto contro la parete toracica, che si conosce col nome di *pulsazione del cuore*.

159. *Pulsazione del cuore*. Il battito del cuore viene avvertito fra la quinta e la sesta costa.

160. Amputando il cuore delle rane e degli stessi mammiferi, il movimento continua, con rialzamento dell'apice il quale imprime una scossa al dito applicatovi sopra. Si può altresì nelle rane recidere il bulbo aortico e le arterie dalla parte ventricolare, senza pregiudicare a questa elevazione dell'apice. Dal che si conclude, che la causa del battito del cuore non è riposta nel riempimento del cuore per mezzo del sangue, nè dalla sua continuità colle arterie, nè dalla giacitura del viscere nè dalle arterie stesse. La causa di questo battito, secondo le mie osservazioni, dipende da ciò, che la punta cardiaca amputata non si muove mai da se stessa. È inoltre da ammettersi, ch'essa si raddrizzi dietro il movimenlo di tutto il cuore, e siccome questo è massimo verso i seni, così la punta deve seguire quella direzione e rialzarsi.

* Bisogna distinguere il rialzamento del cuore pieno da quello del cuor vuoto. Se il cuore è vuoto, e si appoggi sopra una lastrina colla sua faccia posteriore, la punta, nell' istante della sistole

ventricolare, si rialzerà; se la faccia anteriore poggi sulla lastrina, l' innalzamento dell' apice non accadrà, o di poco. Nel primo caso, se il ventricolo si isoli dai seni nettamente in sull'atrio, il moto di elevazione dell'apice continuerà anche più cospicuo. Amputando l' atrio, esso cessa. Nell'atrio ci ha due movimenti, uno di restringimento orbicolare, e l' altro di elevazione ventricolare: allorchè i moti si rallentano, l'elevazione si osserva succedere al restringimento.

Ma nel cuore di rana viva si nota una sensibile elevazione del corpo del ventricolo nel momento sistolico delle orecchiette, la quale ascende a più di un millimetro. Il cuore dell' embrione di pulcino, non ancora chiuso nel torace, si rialza verso la testa appunto quando l'onda del sangue dall'orecchietta è proiettata nel ventricolo (de Martini). *

161. *Rumori del cuore.* Mentre il cuore batte, applicando l'orecchio sul torace si avvertono due suoni, di cui il primo è più lungo e più cupo, il secondo più breve e più chiaro. Il primo è più manifesto nel luogo ove meglio si sente il polso cardiaco, e l' altro un po' più sopra. Il primo rumore ha probabilmente il suo fondamento nella distensione delle valvole auricolo-ventricolari (fig. 6, *d d*), il secondo nella espansione delle semilunari *e*: quello coincide colla sistole, questo colla diastole dei ventricoli.

(*fig. 6*)



162. I suoni non sono soppressi neppure allorchè si apra la cavità toracica negli animali uccisi di fresco, ove non è più possibile che il cuore batta contra di essa.

163. *Estimazione della forza del cuore.* — La forza esercitata dal cuore non è uguale in ogni sua parte. Il ventricolo sinistro possiede una massa muscolare di peso e volume doppia del destro (Valentin) ; quella pesa da circa 10 dramme e 5 senza il setto; la spessezza della parete è in confronto dell'altra come 5—6''' a 2—3''' (Krause). Quindi la forza impulsiva data al sangue destinato al corpo è doppia di quella che si esercita sul sangue diretto verso i polmoni.

164. Per apprezzare la forza del cuore, Hales (1744) misurava

l'altezza, a cui il sangue arrivava entro un tubo di vetro introdotto in un'arteria forata. Oggidì si fa uso a quest'uopo di uno stromento inventato da Poiseuille, corretto da Ludwig, che appellasi *Emodinamometro*; il quale consiste in un tubo di vetro, riempito in parte di mercurio, e di cui una estremità va intromessa nell'arteria di un animale vivo. Dalla elevazione del mercurio si ottiene il confronto della forza premente della colonna sanguigna con quella d'una colonna di mercurio.

165. Da questi tentativi in gran numero ripetuti da Hales, Poiseuille, Magendie, Ludwig, Spengler, Valentin, Volkmann, si è dedotto il mirabile risultato, che la pressione del sangue non dipende per nulla dalla grandezza dell'animale. Così per esempio Spengler trovava l'altezza del mercurio dello stromento, per la pressione del sangue della carotide d'un cavallo, eguale a 150 mill.; e la stessa altezza trovava Ludwig nel gatto; e Volkmann la trovava nel cane e nelle colombe = 157. Per l'opposto varia assai in certi animali: per esempio in un cavallo fu di 110, in un altro di 321 mill., in quattro cani da 140 a 172. Poiseuille ha calcolata la pressione del sangue, termine medio, a 160 millimetri, Valentin a 151, sopra una colonna di mercurio di 5,5 a 5,8 pollici di Francia.

166. Essendo la forza del cuore destro minore della metà, la pressione del sangue nei polmoni è uguale ad una libbra e mezzo fino a due.

167. La forza del cuore non opera egualmente su tutt' i vasi, perchè la crescente ristrettezza delle arterie ed il loro passaggio a capillari fa aumentare progressimente l'attrito. Anzi nella vena porta il sangue venoso, che ha già trascorso un sistema di capillari, ne deve percorrere un secondo. In molti animali, come per esempio i pesci, l'unico ventricolo del loro cuore spinge il sangue nelle arterie branchiali, dalle cui ramificazioni capillari e dalle vene che ne provengono si porta direttamente, senza ripassare pel cuore, nell'aorta, nei capillari del corpo, nelle vene, e da ultimo a traverso i capillari della vena porta. Laonde da tanti attriti è ragguardevolmente scemata la forza della pressione sanguigna.

168. Questa verità è provata eziandio dalle esperienze fatte coll' emodinamometro. Sotto ogni sistole cardiaca il sangue in questo stromento s'innalza, e nella diastole si abbassa, per cui è in un moto continuo di altalena. Confrontando le ascensioni delle diverse arterie, quali ci sono state tramandate da Spengler, si riconosce, che il sangue della carotide esercita sempre una pressione più forte che quello della mascellare (180,3: 156), e della metatarsea (200,7: 154); e che dalla estremità cardiaca della carotide il sangue ascende molto più che dalla periferica (185,2: 149,5). Si confrontino invece gli abbassamenti, e risulterà dalle osservazioni di Spengler, che una *sola* volta il sangue della carotide si portò più in basso che quello delle altre arterie. Pertanto Volkmann ha insegnato con numerose osservazioni, che la pressione media del salire o discendere del sangue è maggiore nella carotide, che non nella metatarsea (116,3: 89,3), o in un ramo laterale della crurale (172,3: 165,1), ed è generalmente più considerevole nelle grandi che nelle minori arterie, nelle piccole che nelle maggiori vene. Così per esempio in una serie di esperienze si trovò nell'arteria carotide cerebrale 165,5; nella metatarsea 146, nella vena metatarsea 27,5, nella giugulare 9. Soltanto si osservò meravigliosamente, la pressione dell'arteria crurale in molti casi più forte che quella della carotide. Secondo Mogk la pressione nelle vene è da 10 a 20 volte minore che nelle arterie.

169. *Forza aspirante*.—Si ammisero, oltre la contrazione muscolare del cuore, altri mezzi ancora atti a sostenere il progresso del sangue, cioè: *a*) la *forza aspirante del cuore* (Zugenbühler). Nella diastole dei seni il sangue è sospinto ne'medesimi da forte pressione delle vene, perchè la resistenza opposta da loro, quando sono ripieni, al sangue reduce dalle vene, è tolta dalla evacuazione. Perciò Wedemeyer osservò, che se il sangue della giugulare di un cavallo si fa pervenire mediante un tubo verticale di vetro in un bicchiere d'acqua, durante ogni battito del polso, cioè durante ciascuna sistole della parte ventricolare del cuore corrispondente alla diastole dei seni, l'acqua colorita in rosso s'innalza, mentre per converso nella sistole dei seni si abbassa. Però questa aspirazione non è cosa di gran rilievo, dacchè troncata

affatto una vena il sangue esce con molto impeto dalla estremità che non ha più alcuna comunicazione col cuore.

170. Sotto la diastole dei seni il sangue delle vene fluisce più accelerato nell' emodinamometro, e più tardo nella loro sistole (Valentin).

171. *Contrattilità dei piccoli vasi.* — Tanto le piccole arterie che i capillari sono contrattili, e in proporzione decrescente anche le vene. Si è osservato molte volte, che le irritazioni portate a quei vasi col freddo, o cogli acidi diluiti, hanno indotto in essi visibili contrazioni (Verschuir, Hastings, Wedemeyer e Schwann). Tali contrazioni sono manifeste anche nelle grosse arterie, sebbene meno cospicuamente ; e forse esse costituiscono ciò che dicesi tôno dei vasi, comunque contribuiscano poco al progresso del sangue. Nei capillari hanno luogo perciò intasamenti momentanei di globuli sanguigni, e l'arresto prolungato dei medesimi può essere esiziale alla nutrizione. Siffatta contrattilità ha sede, secondo Henle, nelle stesse tuniche arteriose, le di cui fibre hanno molta analogia colle fibre muscolari dell'intestino; sono cioè delle fibro-cellule muscolari.

172. *Elasticità delle arterie.*—*c*) Pertanto più che questa contrattilità contribuisce alla velocità della corrente sanguigna la elasticità delle arterie; la quale sussiste anche dopo essere rimaste lungo tempo nell'alcool, non che dopo la bollitura. La colonna sanguigna spinta dalle contrazioni del cuore nell'aorta, batte contro le pareti arteriose e le distende. Subito dopo, l' arteria riprende in virtù della propria elasticità il primitivo suo diametro, e così preme ed incalza l'onda sanguigna. Siccome la dilatazione delle arterie è sincrona alla sistole de' ventricoli, e viceversa il loro restringimento è contemporaneo alla diastole, così sotto di questa, non essendo il sangue spinto nelle arterie, la circolazione è mantenuta dalla elasticità delle pareti arteriali dal che nasce , che sebbene le contrazioni dei ventricoli non sieno continue, pure il sangue spilla da un'arteria o vena incisa con getto continuo.

173. *Cuori venosi.* — *d*) A promuovere la corrente del sangue nelle vene contribuiscono in certi animali alcuni cuori speciali, come sarebbe, per esempio, il cuore caudale delle anguille.

174. *Azione muscolare.* — *e*) Nei mammiferi e nell'uomo questi organi non si trovano; ma in loro vece si esercita dai muscoli una pressione sulle vene, conseguenza della quale si è la spinta del sangue verso il cuore, determinata da duplicature della interna loro tunica (valvole), la cui configurazione permette ch' esso progredisca verso il cuore, ma non possa retrocedere. Ogni movimento facilita ed accelera la corrente sanguigna nei capillari, e infatti, ove per esempio nella membrana natatoria delle rane venga ritardata, se ne può ottenere l'acceleramento movendo la gamba.

* 175. Sembra, che la circolazione dei capillari degli arti si accelera nell' estensione, e nella flessione si rallenta. Si osservi la circolazione capillare nella membrana natatoria della rana, e si vedrà che, quando si pone l'arto in estensione, la velocità delle correnti divien massima, quando poi si flette la gamba sulla coscia e questa sul bacino, la velocità si rallenta, sino al ristagno momentaneo del sangue in alcuni vasellini capillari. *

176. *Forza d' impulso nei mostri privi di cuore.* — Se nello stato normale non è ragionevole l' ammettere come necessari al moto progressivo del sangue altri mezzi fuori degli or ora annunciati, vengono però a mettere avanti nuove difficoltà i mostri acefali, che spesse volte sono anche ad un tempo privi di cuore; nei quali è d'ordinario assai lodevole la nutrizione delle membra addominali. Nella più gran parte dei casi bene avverati questi mostri erano uniti ad embrioni regolarmente complessi, per cui i vasi del mostro andavano alla placenta congiunti a quelli dell'embrione sano (Valentin); d' onde può dedursi che un solo cuore serviva ad ambidue i corpi.

177. *Valvole del cuore.* — Al compimento delle funzioni del cuore e della circolazione si prestano anche le valvole. Quelle dell'atrio ventricolare (ved. fig. 6, *dd*) chiudono durante la contrazione così compiutamente il ventricolo, che neppure una goccia di sangue possa rigurgitare nel seno, come provano le stesse esperienze (Küschner, Valentin). La chiusura è operata dal sangue medesimo, il quale sotto la contrazione ventricolare è spinto con tanta energia contro le dette valvule, che i muscoli papillari *b* erano neces-

sari ad impedire che il sangue retrocedesse nei seni *a* per causa di una troppo energica pressione sulle valvole stesse. Queste valvole durante la diastole non si applicano alla parete ventricolare, e molto meno la sinistra, ma sibbene rimangono circondate dal sangue. Allo spiegamento della valvola, ed a metterla orizzontale contro l' ostio auricolo-ventricolare cooperano nella contrazione degli atrii i sottili fascetti muscolari striati che si portano dall' atrio alla valvola; essi mettono questa in posizione diretta, allontanandola da' tendini a cui sta congiunta, siccome si osserva incitandoli colla corrente galvanica (de Martini). Sotto la sistole dei ventricoli il sangue spiega le valvole, direbbesi quasi, le rigonfia come farebbe l'aria in una vela, e ripiega il cavo valvolare verso il ventricolo, e per contrario la convessità della membrana viene a far obice contro l'atrio. Le valvole sono infatti molto più grandi che non sarebbe necessario per chiudere l'orificio (Küschner).

178. La seconda speciè di valvole è quella che sta fra i ventricoli e le origini delle arterie, (ved. fig. 6, *e*) costituendo per ciascuna arteria tre sacchetti di forma sigmoidea o semilunare. Se per effetto delle contrazioni dei ventricoli il sangue è spinto agli orificj delle arterie, i detti sacchetti rimangono applicati alle pareti del vaso. Ma nel momento successivo, subentrata la diastole, essi si spiegano, e ricevono il sangue nel loro seno, che rimane cavo ed aperto. Così riempiuti si accostano l'uno all'altro, ed otturano l'apertura dell'arteria, in modo da impedire al sangue di rientrare nel ventricolo. Secondo Küschner e Nicolucci questa azione è aiutata da fascetti muscolari che si trovano talvolta nella valvola. I margini di siffatti sacchetti (lunette) si applicano fra loro in un punto ch'è il centro dell'aorta. Da questo punto, quando sono ripiene, partono da ogni valvola due linee (la metà della lunetta), che a guisa dei raggi di un cerchio finiscono nel circolo aortico (Retzius).

179. A queste ben calcolate disposizioni il cuore deve la sua analogia ad una pompa perfetta, per la quale deve avvenire che il sangue sia spinto a tutte le parti del corpo, e nessuna sua particella sia retrospinta in modo da produrre ostacolo alla corrente.

180. *Ritorno del sangue nelle vene.* —In ogni contrazione dei seni un po'di sangue retrocede ne' tronchi primari delle vene, e di nuovo affluisce sotto ogni diastole, producendo quel moto ritmico che si osserva assai spesso mettendo a scoperto la giugulare di grossi animali.

181. *Polso delle arterie.* — La meccanica dilatazione delle pareti elastiche delle arterie effettuata dal sangue proiettato sotto la sistole dei ventricoli dà luogo a ciò che chiamasi *polso*, che può essere sentito dalle dita in tutte le arterie superficiali.

182. La dilatazione o diastole delle arterie pulsanti è sincrona, nelle arterie prossime al cuore, alla sistole de' ventricoli, e conseguentemente alla diastole delle orecchiette. Nelle arterie più lontane, qual' è, per esempio, la metatarsea, il polso si sente 1/6 di secondo più tardi del battito cardiaco (E. H. Weber).

183. La quantità di sangue proiettato nell'aorta ad ogni sistole del ventricolo non respinge soltanto una quantità corrispondente di sangue esistente nel primo tratto di quest'arteria, ma ne allarga altresì le elastiche pareti. L'onda ch'è cacciata avanti prende così posto nel successivo tratto di arteria,ed alla sua volta scaccia una seconda massa di sangue; cosicchè un'onda propelle l'altra in un termine di tempo brevissimo, e nel tempo stesso ciascuna urta e dilata il relativo pezzo di arteria. Il polso scema gradatamente di forza nelle piccole e più lontane.

184. Appena compiuta la contrazione del cuore, l'arteria per la sua elasticità ritorna a' suoi diametri. Il sangue procede in direzione centrifuga, perchè le valvole semilunari ne impediscono il regresso.

185. Il polso si sente soltanto nelle arterie di un certo calibro e si perde nelle sottili e nelle vene: ma se grosse arterie passano direttamente in vene, o se il rigurgito del sangue si fa più forte, per causa di malattie cardiache, diviene sensibile anche la pulsazione venosa.

186. Durante il battito delle arterie questi canali si allargano. Secondo Poiseuille la carotide di un cavallo si allarga di 1/23. La distensione sia in lunghezza, sia in latitudine, è palese ad occhio nudo nelle arterie scoperte degli animali, e perfino delle rane (arteria polmonare, aorta addominale).

187. *Quantità di sangue proiettato da ogni contrazione cardiaca.* — Da un ragguaglio fondato sulla capacità delle singole cavità del cuore, le quali tutte unite abbracciano 32 pollici cubici (Krause), risulta che ad ogni vuotamento di ciascun ventricolo devono essere proiettate circa 5 once di sangue nella corrispondente arteria (Valentin).

188. *Frequenza dei battiti.* — Le pulsazioni cardiache si rinnovano presso un adulto di 30 — 40 anni, a termine medio, 70 volte al minuto; nei neonati 136 volte (Quetelet), scemando progressivamente nei vecchi.

189. Il numero delle medesime è in ragione inversa del volume del corpo, sempre però ammessa la medesima età (Rameaux, König, Nitzsch, Volkmann).

190. Nella posizione orizzontale scema la frequenza del polso, e si aumenta nella posizione assisa, e vieppiù nella stazione ritta, formando una differenza fino a 26 battute.

191. I temperamenti flemmatici hanno generalmente il polso più tardo dei sanguigni, sebbene non possa dirsi lo stesso in ogni caso.

192. Nelle donne, di uguale età a quella degli uomini, il polso è più frequente (Rameaux.

193. Il polso degli uomini sani fa entro le 24 ore certe determinate variazioni. Il suo *minimum* è nelle prime ore mattutine (ore 4), e nelle precedenti alla mezzanotte. Il *maximum* è prima del mezzodì (ore 11) e nel dopo pranzo. A 6 ore di sera comincia ad abbassarsi (Knox, Guy, Budge).

194. Dopo l'ingestione di cibi caldi si accresce la frequenza del polso, e viceversa diminuisce sotto la fame.

195. Si può completamente sospendere la pulsazione del cuore tenendo il fiato, e comprimendo nel tempo stesso il torace, cioè facendo un moto analogo alla inspirazione (E. H. Weber). Sotto l'inspirazione, per l'accresciuta pressione dell'aria ambiente, viene il sangue spinto con più forza contro il cuore, mentre nella espirazione lo è di più verso la periferia. Da una vena aperta il sangue scorre più rapido allorchè si tossisce, si sternuta, o in generale quando si fa una energica espirazione. Se sotto l'inspirazione l'emodinamometro stava a — 90, risaliva nella espirazione a + 85

(Poniseuille). Sotto l'espirazione medesima le vene si gonfiano, e ne succede un moto oscillatorio, visibile singolarmente nel cervello; e nello spinal midollo, i quali sempre che siano scoperti, si vedono alzarsi ed abbassarsi alternativamente sotto i moti respiratori. È specialmente chiara l'osservazione allorchè si dissecano le parti molli comprese fra l'occipite e l'atlante fino alla midolla allungata negli animali eterizzati; perciocchè riconoscesi allora il fluido aracnoideo alzarsi e discendere nel canal vertebrale, sempre sincrono ai moti respiratori.

196. ***Moti prodotti dal polso delle arterie.***—Le arterie possono per le loro pulsazioni produrre nelle membra leggieri movimenti; e da questi nascono le oscillazioni della gamba che si osservano quando è posta a cavalcioni sull' altra, e quelle di un anello che sia attaccato ad un filo e pendente dal braccio.

197. ***Getto jaculatorio, e scolo continuo del sangue.*** — Da un'arteria ferita il sangue esce bensì a getto continuo, ma con più forza ad ogni battito del cuore 172; e viceversa dalle piccole arterie, dai capillari, e dalle vene esce equabilmente, senza scossa, senza interruzione, ma ad un tempo assai più lentamente a motivo dei molti ostacoli che la corrente sanguigna incontra nei vasi minori. Una parte diafana, sulla quale siano intraprese queste osservazioni (V. N. 198) se s'indebolisce o si asciuga soverchiamente, lascia vedere di nuovo le scosse, ma interrotte o con getto più debole; e vi si produce una specie di moto ondulatorio, come se il sangue fosse spinto ad ogni battito del cuore e retrocedesse dappoi, finchè si ferma del tutto.

198. ***Osservazioni sul corso del sangue.*** — Il movimento del sangue nei capillari può esssere direttamente osservato nelle parti diafane degli animali, e si prescelgono a quest'uopo le membrane natatorie delle estremità posteriori delle rane, tenute distese con quattro spilli sopra una tavoletta che abbia un'apertura in corrispondenza del sito ov'esse sono distese. La rana si tiene avviluppata in un lino ammollato, e collocata in un sostegno accanto al portaoggetti del microscopio, in guisa che la tavoletta poggi solidamente. Si abbia cura che le parti non si asciughino. Sotto un ingrandimento di 60 diametri si possono vedere nelle piccole

arterie e vene correre i globuli sanguigni; ma per iscorgere con precisione le reti capillari, occorrono 150 fino a 200 diametri, e più ancora per altre investigazioni. Diremo de' fenomeni più rimarchevoli.

a) Sotto un acconcio ingrandimento si scoprono dei capillari che lasciano passare un solo globulo per volta; e questo non riempie affatto il lume del vaso, ma lascia un margine quasi listarella pellucida, in cui nei casi normali non si trovano globuli (Poiseuille.

b) I globuli stessi si susseguono l'un l'altro con molta rapidità, la quale è in gran parte illusoria, come prodotta dall' ingrandimento dell'oggetto. Osservando la membrana natatoria della rana si vede che un globulo trascorre lo spazio appena di un quinto od al più di un terzo di linea in un minuto secondo, (Fratelli Weber, Valentin). Però Volkmann ha determinato con uno speciale stromento la velocità della corrente sanguigna, e l' ha trovata di gran lunga maggiore nei grossi che nei piccoli vasi.

c) I globuli sanguigni si collocano spesso in profilo, e mutano talora di forma per evitare gli ostacoli, che incontrano nell'interno del vaso, ovvero ruotano intorno a se stessi.

d) Nelle rane non si possono vedere nei globuli che stanno entro i vasi i loro propri nuclei.

e) Non sempre i detti globuli tengono nei capillari la stessa direzione; anzi può intervenire, che mentre il sangue corre per certo tempo secondo la direzione da destra a sinistra, prende poco appresso la direzione contraria.

f) Vi sono dei capillari che non tragittano globuli di sorta alcuna, e lasciano soltanto trasparire il moto del plasma sanguigno. Questi vasi, che a buon dritto potrebbero denominarsi sierosi, non differiscono per nulla dagli altri capillari, e non è raro vederli percorsi da globuli isolati molto tempo dopo che apparvero ruoti.

g) I globuli non escono mai in nessun caso dai capillari per confondersi colla sostanza organica, come fu creduto in addietro (Döllinger); ma per converso trapassano sempre dalle arterie nelle vene. Avviene talora che un globulo si arresti per certo tem-

po in mezzo d'un vaso, trattenuto dalla abnorme posizione che ha preso, ed è forse da questa circostanza derivata la causa di quella opinione.

h) I vasellini non finiscono mai con boccuccé aperte, ma compongonsi in reti, spesso anche più fitte che non sia la sostanza interposta in cadauna maglia.

i) Alle pareti dei capillari, nei così detti *spazi* o *margini di Poiseuille* (*a*) si attaccano soventi fiate de'corpuscoli linfatici, che per la forma rotonda, per la loro piccolezza, e per lo scoloramento si distinguono di leggieri dai globuli sanguigni, che sono più grossi, ovali e giallognoli. In generale rimangono accollati per lungo tempo alle pareti senza prender parte alla velocità, da cui sono animati i sanguigni, e non descrivono in un secondo che 1/48 di linea (Fratelli Weber). Anche sul pavimento del vaso s'appiccano questi corpi inerti, accumulandosi altresì ovunque abbia luogo un ristagno del sangue.

k) Qualche volta i globuli sanguigni rimangono fermi per certo tempo in un vaso, come se fossero colti da momentanea stagnazione, o *stasi*. Cotale soffermamento procede sempre da stimoli, ed è spontaneo negli animali deboli; nel qual caso è a considerarsi effetto morboso, non mai da confondersi colle stasi naturali e passaggere. Se però la stagnazione dura più a lungo, scema il numero de' globuli sanguigni e si aumenta quello dei linfatici.

l) Fra i vasi d'un certo diametro si distinguono le arterie dalle vene, per esser quelle più sottili più lucide e meno ricche di globuli, nonchè per la maggiore rapidità della corrente sanguigna.

m) In alcuni organi il sangue scorre manifestamente più lento che in altri: così, per esempio, va più lento nel fegato della rana che nei polmoni, come si può assicurarsene con osservazioni dirette sugli animali giovani.

n) Se la parte si asciuga, o se l'animale perde sangue, o vi si applichi sopra una sostanza irritante, quale sarebbe un acido, i globuli sanguigni si accumulano entro il vaso, corrono più lentamente, e finalmente s'arrestano.

199. *Velocità del circolo sanguigno.* — Il sangue percorre il

corpo nel breve termine di 20 a 30 secondi. Le sostanze iniettate in una giugulare si sono trovate nell'altra presso a poco in quell'intervallo di tempo. Laonde devono essere dalla prima giugulare portate al cuore destro, di lì ai polmoni, poscia al cuore sinistro ed all'aorta, attraversando così due sistemi di capillari (Hering, Mayer, Poiseuille). Da ciò si dimostra con quanta sollecitudine i veleni possono apportare la morte.

200. La velocità della corrente può essere provata con altri mezzi. Se infatti ad ogni battito del cuore sono proiettate 5 once di sangue da un ventricolo, e i battiti sono da 75 al minuto, vengono messe in movimento da 350 a 375 once di sangue. Quindi si può dichiarare, che in un minuto passa a traverso il cuore tutta la massa sanguigna.

201. *Dipendenza dei moti cardiaci dal sistema nervoso.* — Il moto del cuore si distingue dalla maggior parte degli altri movimenti del corpo, perchè in questi prima della loro effettuazione si può riconoscere uno stimolo precedente. All'opposto, non si conosce ancora qual sia il movente delle contrazioni cardiache. Il cuore si muove incessantemente, laddove le altre parti muscolari in generale si muovono soltanto se uno stimolo le ecciti. Il moto cardiaco dura per certo tempo anche dopo che il cuore è staccato dal corpo, non a dir vero così a lungo nei mammiferi come negli anfibj e nei pesci, in cui dura varie ore e perfino uno o due interi giorni. Non si deve credere però che la mobilità dei muscoli cardiaci, o la recettività dei nervi di quell'organo continui anche dopo la morte più a lungo che negli altri muscoli o nervi. Bensì è certo, che un cuore staccato non è irritabile per tempo più lungo che nol sia una coscia amputata.

202. Se il cuore che ha cessato di battere sia stimolato in qualsivoglia punto ritornerà a pulsare, primamente nella parte auricolare e poscia nella ventricolare.

203. Sul cuore influiscono principalmente due nervi, cioè il vago e il simpatico; i quali stanno in uno speciale antagonismo fra loro, senza la cognizione del quale non è possibile apprezzar giustamente l'azione nervosa. Se la parte centrale di uno di questi due nervi si rende inattiva, l'irritazione dell'altro nervo de-

termina un fenomeno diverso da quello che si avrebbe se entrambi fossero in piena azione.

204. I fratelli Weber ed io abbiamo scoperto, che galvanizzando la midolla allungata, ovvero i due nervi vaghi, il cuore rimane senza moto, e dopo poco tempo batte di nuovo colla stessa frequenza che dianzi. — Io trovava che lo stesso fenomeno succede sempre che si galvinizzi un solo nervo vago. Questo nervo si rinviene nelle rane davanti ai nervi branchiali. Lo si isoli dalle parti vicine, lo si collochi sopra un cannello di vetro, e lo si tocchi col filo metallico d'un apparato galvanico: il cuore si arresterà tosto, ma riprenderà poco stante i suoi battiti. Osservava inoltre, essere necessaria una maggior forza per rendere immobile il cuore, ogniqualvolta si irriti il nervo vago più presso alla midolla allungata che al cuore stesso.

* Meglio che in altri l'esperienza riesce nei pesci, ove il cuore come colpito da folgore, resta immobile per 2-3 minuti. Aprendo il circuito, il cuore ricomincia a pulsare velocemente, e poscia ritorna al suo ritmo; cosicchè nella cernia nel primo secondo dà 3 a 4 pulsazioni, mentre nel ritmo ordinario ogni pulsazione dura da 3 a 4 secondi (Wagner).

* 205. Se, essendo il cuore in riposo, si stringa con una molletta il ventricolo, questo solo si contrarrà; ma se stringasi l' orecchietta, si contrarrà questa e subito dopo anche il ventricolo.—Le fibre motrici, o le scariche nervose, dall' orecchietta discendono al ventricolo (Bidder e Wagner).

206. Si può tuttavia aumentare il battito del cuore anche irritando il nervo vago; ma non si può conseguirlo con sicurezza, se non siasi allontanata da certo tempo innanzi la porzione toracica ed addominale della midolla spinale. Si estirpi nelle rane la midolla posteriore subito sopra le origini de' nervi branchiali, e si distruggano tutt' i filamenti visibili del simpatico dietro del cuore. Un'ora più tardi si può accrescere ragguardevolmente colle irritazioni del vago il polso cardiaco: spesso precede a questo acceleramento uno stato d'inerzia (Budge).

207. È singolarmente mirabile, che l'epoca del giorno sembri avere influenza sull' attività del nervo vago. Si distrugga in

una rana la midolla, come venne accennato nel precedente paragrafo,si asportino tutti gli organi subito dietro del cuore, e si prepari questo in guisa, che coi suoi grossi vasi e coi polmoni penda attaccato ai due nervi vaghi isolati: si avrà a (9 ore sera) colla irritazione di quei nervi più spesso un considerevole aumento di quello che a (11 ore mattina); e ciò talora con precedente inerzia, talora senza. Sembra da ciò doversi dedurre, che il nervo vago sia la causa produttrice delle variazioni nel normale battito del cuore.

208. *a*) Se la midolla allungata venga compiutamente distrutta, e s'irriti il nervo simpatico un'ora e mezzo dopo, e precisamente nella sua porzione addominale,cioè nelle rane ai sacchetti calcarei dell'ultima vertebra, immediatamente davanti al coccige, il polso cardiaco sarà aumentato. Il nervo simpatico che va al cuore ascende per conseguenza dal di dietro all'innanzi,(cioè nell'uomo dal basso in alto), e l'irritazione del plesso solare aumenta le pulsazioni.

209. *b*). Le irritazioni dei nervi cardiaci nei mammiferi, in cui il cuore sia rimasto inerte per breve tempo, richiamano i suoi movimenti (Humboldt).

210. *c*). Le affezioni dell'animo di leggieri mutano il polso cardiaco.

211. *Scoperta della circolazione*.—Da Erofilo e Galeno venne distrutto l'errore di Prassagora, che l'arteria, considerata da lui come vaso pulsante, a differenza della vena contenesse aria. Michele Serveto e Colombo descrissero prima di Arveo (1558) la piccola circolazione. L'illustre Cisalpino di Arezzo conobbe e adombrò la descrizione della grande circolazione: *Quaestiones peripateticae*, 1569. Da ultimo, la circolazione del sangue fu dimostrata, per la prima volta nel suo complesso, da Guglielmo Harvey nell' opera : *Exercitatio anatomica de motu cordis et sanguinis in animalibus, Francofurti*, 1628, 4.° (de Renzi).

RESPIRAZIONE.

212. *Generalità. Inspirazione.*—La respirazione degli animali consiste nella introduzione dell'ossigeno nel sangue, e nella esalazione dal medesimo del gas acido carbonico.

* 213. Gli organi speciali destinati ad eseguire questo ricambio di gas sono i pulmoni; la loro massa risulta dall'insieme di milioni di grappoli di piccole vescichette, denominate cellule pulmonali; le cui pareti sono elastiche e contrattili, e sostengono il ricco sistema capillare dell'arteria pulmonale, il quale inoltre si diffonde su tutta la mucosa dei bronchi sino alla trachea, onde la superficie respiratoria viene ad essere estesissima (Adriani, Heale).Ma le cellule pulmonali sono per la sottigliezza di lor pareti gli organi elementari più acconci alla introduzione dell'ossigeno atmosferico nel sangue di quel sistema capillare, ed alla emissione del gas a. carbonico che se ne sprigiona.

214. Durante l'inspirazione la cavità del torace è dilatata per mezzo dell'azione muscolare: l'aria contenuta nei polmoni diviene con ciò rarefatta: la sua pressione non può di vantaggio sostenere l'equilibrio dell'esterna atmosfera, la quale conseguentemente entra per le aperture che conducono ai polmoni, cioè per la bocca e per le narici. La pressione atmosferica sulla superficie esterna del corpo si accresce in conseguenza della rarefazione dell'aria che sta dentro al torace.

215. Il più importante fra i muscoli respiratorj è il diaframma; il quale nello stato di riposo è piegato ad arco verso la cavità del torace, e sotto la contrazione si appiana, si rende perfino convesso verso l'addome, e spinge i visceri addominali in avanti. I polmoni stanno sempre applicati sul diaframma che si contrae.

Le coste si allontanano dall'asse longitudinale della cassa toracica, e così dilatano il cavo della medesima, essendochè:

a) sono dirette in avanti, e superiormente, massime nella regione della 6-7 costa (Beau) per opera dei muscoli intercostali.

b) Sono tirate posteriormente verso la scapola dai muscoli serrato anterior maggiore, e anteriormente dal piccolo pettorale.

c) Sono tirate infine all'indietro dal serrato posterior superiore e dagli elevatori delle coste.

A completare l'azione di questi ultimi muscoli (*a-b*) è necessario: 1.° che le coste superiori sieno tenute ferme dagli scaleni, dal cervicale discendente, dal subclavio, e indirettamente dallo sterno-cleido-mastoideo, che tiene fissa ed immobile la clavicola; 2.° che siasi fissata la scapola al cranio per opera del cucullare, ed alle vertebre per quella dell'elevatore del suo angolo, e dei romboidei; 3.° per le ultime coste sembra il serrato posteriore inferiore servire a tenerle ferme.

Nella inspirazione la laringe discende, e la glottide si dilata. Se la respirazione si fa per le narici, la lingua si applica al palato; se si fa per la bocca, il palato molle si alza. Nelle respirazioni difficili il naso e la bocca si aprono, e la lingua si deprime sul fondo della cavità orale. Il corpo si distende.

* 216. Ampliata la capacità della cassa toracica, le cellule polmonali e i rami bronchiali si dilatano in virtù dell' elasticità organica delle loro pareti.

217. *Espirazione.*—Nella espirazione si rilasciano il diaframma ed i muscoli delle coste. La cavità del torace si restringe ancor più per la contrazione dei muscoli addominali (*obliquo esterno ed interno, trasverso, retto,* e *piramidale, quadrato dei lombi*), per quelli che abbassano le coste (*serrato posteriore inferiore, sacro spinale*), come pure per opera del triangolare dello sterno. La trachea, la glottide, il naso, la bocca, il palato molle prendono una posizione di riposo.

218. *Azione dei gas intestinali.*—La ripienezza degli intestini per gas agisce considerevolmente o inceppando o promovendo l'inspirazione e la espirazione (Massiat).

219. *Moto della trachea e pulmoni.*—La trachea ed i pulmoni hanno fibre contrattili (Flormann, Rudolphi, Haller, Varnier, Wedemeyer, Williams, Longet, Valentin) e perciò sono capaci di contrazione.

220. *Pausa. Pressione addominale.*—La pausa che si osserva fra l' inspirazione e l' espirazione è più apparente che reale; perchè appena il petto per la prima raggiunse la massima dilatazione,

comincia senza ritardo il rilassamento de'muscoli inspiratorj,cioè comincia l'espirazione.Se durante la prima, anche i muscoli addominali si contraggono, si opera sugli organi contenuti nel ventre una considerevole pressione per parte dell'aria contenuta nei polmoni, e per parte dei muscoli accennati, onde viene facilitato il secesso ed il parto.

221. L'inspirazione dura un pò più a lungo della espirazione. Ambedue si prolungano nello sbadiglio.

222. *Influenza nervosa.*—Una sola parte del corpo ha tanta influenza su i moti respiratorj da sopprimerli tutti ad un tempo ed istantaneamente, quando sia offesa e distrutta; e questa è la midolla allungata; precisamente in un punto non più largo di una linea, che è secondo Flourens in corrispondenza coll' apice della sostanza cinerea della fossa romboidea. Da questo punto l'origine del nervo vago nei conigli è distante circa 3 millimetri e nei cani 5 millimetri (Flourens).

223. Si può per converso recidere ogni nervo spettante ai muscoli respiratorj e questi muscoli stessi separatamente, senza che ne succeda altro fenomeno immediato, tranne l'inerzia de'succennati organi addetti alla respirazione. La rescissione del facciale porta la paralisi della faccia, rimanendo immutati gli altri movimenti respiratorj. Distrutta la midolla dorsale, continuano le loro funzioni il diaframma, i muscoli facciali, ed i laringei; troncato il nervo frenico, continuano la loro funzione i muscoli del torace: troncato l'accessorio (Bell), cessa la cooperazione del cucullare e dello sterno-cleido-mastoideo; tagliato per ultimo il nervo vago od il suo ricorrente, si sopprimono i moti della glottide, e le cellule pulmonali, dopo un istante di contrazione spasmodica nell'atto della recisione del nervo, rimangono quindi paralizzate; la qualcosa altera la circolazione del sangue per lo sistema capillare.

224. La rescissione di ognuno di questi nervi non produce necessariamente la morte, eccetto quella del nervo vago, se la si operi da ambo i lati; per la quale operazione la respirazione si fa, nella maggior parte degli animali, prima più lenta, indi più difficile ed irregolare; la glottide resta immobile, e più ristretta; le parti del corpo poste alla superficie acquistano una tinta tur-

china; l'animale diventa fiacco, pigro, indifferente. La morte accade più sollecita negli animali giovani che nei vecchi; nei conigli per lo più dopo uno o due giorni, nei cani dopo 20 a 30. Muojono con incredibile celerità quegli animali a cui furono tagliati i due nervi vaghi essendo in istato di eterizzazione (Budge e Waller). Dopo la morte, che si può ritardare applicando un cannello nella trachea, e prevenendo così le conseguenze funeste della soverchia ristrettezza della glottide,si trovano i polmoni arrossati, e talvolta de'coaguli ne'vasi maggiori (Mayer).

225. Sebbene la respirazione sia il risultato di una serie di movimenti esercitati da svariate parti del corpo, e signoreggiati da molti e diversi rami nervosi, pure questi moti sogliono combinarsi spontanei ed unanimi. Ne succede perciò un complessivo moto respiratorio, ancorchè una sola parte dell' apparato motore corrispondente sia stata irritata. Quindi il moto di espirazione nello starnuto si effettua anche quando si limiti lo stimolo alla sola mucosa nasale, quello del tossire per irritazione della sola mucosa laringea, ecc. Però nel punto irritato il movimento è più forte; per esempio nello starnuto l'aria è spinta fuori del naso con tanta forza da esserne dilatate le esterne narici.

226. Lo stimolo che mantiene incessante la normale respirazione, e che determina il primo moto ispiratorio nel neonato, è probabilmente l' ossigeno dell' aria atmosferica che tocca alcuni punti più esterni della superficie respiratoria e la superficie della cute. Impegolando la cute di vernice, le respirazioni si fanno più tarde,come allorchè si recidono i nervi vaghi. Tutte le irritazioni che si fanno alle mucose respiratorie e di altri organi (Müller), parimente che quelle della cute esterna, possono promuovere movimenti di respiro più forti e più spessi. Finalmente la fantasia può essere una sorgente di variazioni in questo fenomeno, come per esempio nel ridere, nel piangere, nello sbadiglio.

227. *Modi diversi di respiro.* — Se la corrente dell'aria nella respirazione viene spinta per una via angusta, allora si accoppia al respiro la produzione d'un suono. Per esempio, respirando fortemente per la bocca, senza che il palato molle sia rialzato e la

base della lingua depressa, e queste due parti sieno troppo fra loro avvicinate, ne succede il *russare*. Se la cavità delle fauci, per l' elevazione della base della lingua, ed avvicinamento della faringe al palato, venga a restringersi, e si faccia una rapida ed energica espirazione, ne nasce lo *spurgarsi*; nel veemente passaggio della corrente aerea espirata attraverso la glottide ristretta ha luogo la *tosse*. Penetrando questa rapida corrente per le narici posteriori si ha lo *starnuto*.

228. *Rumori respiratorj*. Mettendo l'orecchio sul torace si sente un rumore respiratorio soffiante durante l' entrata e l' uscita dell'aria.

229. *Forza nella emissione dell'aria*.—La forza con cui l'aria è spinta fuori dal polmone in un uomo adulto è uguale alla pressione di una colonna di mercurio di 1,7 fino 4,43 linee parigine, e negli sforzi talvolta raggiunge una pressione decupla (Valentin).

* La pressione della colonna di aria espirata è doppia di quella dell' aria inspirata (Mendelsshonn). Questa maggiore pressione, esercitandosi sulla circolazione del sistema capillare dei pulmoni, diviene potenza d' impulso al sangue che si muove verso le vene pulmonari *.

230. *Frequenza del respiro*. — Un neonato suole effettuare in un minuto una media di quarantaquattro respirazioni. L'uomo, secondo le osservazioni di Quetelet.

a 5	anni	ne fa	26
da 15 — 20		»	20
» 20 — 25		»	18,7
» 25 — 30		»	16
» 30 — 50		»	18,1

Si può accelerare volontariamente il respiro fino a 120 volte in un minuto.

* Il cavallo adulto ed il bue fanno in un minuto 8-12 respirazioni, la capra e la pecora 10, il cane ed il gatto 24 *.

231. La copia dell'aria che si immette e si rimanda in ogni respirazione tranquilla è variabile nei singoli individui. Vierordt trovava la media del volume di aria espirata da lui in perfetta quiete, e senza sforzo alcuno = 507 centim. cubici, = 25,6 pollici

cubici parigini = 10,8 grani. I risultati di diversi osservatori ondeggiano fra 53 e 792 centimetri cubici.

* Il cavallo inspira circa la quintupla quantità di aria *.

232. Pertanto la quantità di aria che un uomo sano ed adulto può espirare dopo una inspirazione profonda, non è in tutti uguale. Hutchinson ha inventato uno stromento particolare per siffatto ragguaglio, che ha denominato *spirometro*, il quale consiste in un vaso destinato a ricevere l'aria espirata e ad alzarsi; una scala graduata messavi appresso dinota il grado dell'innalzamento. A questo risultato contribuiscono però tante circostanze accessorie, come l'esercizio, gli sforzi, ecc., onde lo spirometro non può acquistare molto pregio nella fisiologia. Secondo Hutchinson varia la capacità dei polmoni da 2214 a 4264 cent., cub. Nella tisi trovò la grandezza della respirazione discesa a 758, c. c. Essa deve stare in rapporto diretto colla statura del corpo.

233. *Componenti dell'aria atmosferica.* — Cento pollici cubici di aria atmosferica contenendo 20,815 di gas ossigeno, e 79,185 di azoto (Dumas, Boussingault, Brunner), così di 20 pollici cubici di aria (quantità media) arrivano 4 pollici cub. d'ossigeno, e 16 di azoto nei polmoni. Una piccola quantità di acido carbonico, cioè su cento parti 0,04, è unita all'aria atmosferica; talchè in ogni respirazione arriva nei polmoni soltanto 1/125 di pol. cub. di questo acido.

234. Cento parti di aria espirata contengono, termine medio, soltanto 16,03 di ossigeno, e 4,3 di acido carbonico. In ogni respirazione entrano 0,96 poll., cub., di ossigeno nel sangue, ed esce la quantità di 0,86 d'acido carbonico. Un adulto consuma in 24 ore a conto netto da 25,000 a 35,000 poll. cub. d'ossigeno, che pesano circa da 20—27 once. All'incontro nello stesso spazio di tempo sono somministrati dall'atmosfera 22,000 — 30,000 pollici cubici di acido carbonico, pari al peso di 23—33 once, nelle quali si computano 6,27 — 8,5 di carbonio. Questi numeri sono però soltanto approssimativi, potendo variare secondo la condizione individuale, il modo di vivere, il clima, ecc., nonchè secondo i metodi d'investigazione.

La quantità di carbonio emessa dai polmoni e dalla cute a-

scende in un soggetto adulto e sano a 8,18 once, secondo Scharling. Rispetto all'azoto, le recenti esperienze di Regnault e Reiset fatte sugli animali hanno provato, che nella espirazione ogni volta si sviluppa del nitrogeno, finchè l' animale stesso continua a cibarsi dei soliti alimenti; ma che la quantità n'è piccolissima raggiungendo appena l'uno per cento dell'ossigeno consumato. Uccelli affamati ed ammalati, ed anche mammiferi ammalati non isviluppano azoto, ma ne assorbono invece una quantità debolissima.

235. *Quantità di ossigeno espirato sotto condizioni diverse.* — Nella inspirazione viene introdotto nei polmoni più ossigeno, di quello che sia contenuto nell'acido carbonico espirato. *Entrano perciò nel sangue in 24 ore mediante la inspirazione 2 fino a 4 once di ossigeno* esuberante alla formazione dell' acido carbonico che si emette. Ovvero, ciò che torna lo stesso, una parte dell'ossigeno che s' inspira è impiegata ad ossidare il carbonio nel sangue, e un'altra parte serve ad altre ossidazioni, per esempio, dello zolfo. Regnault e Reiset hanno trovato, che gli animali affamati o nutriti di carni dispendiano minor proporzione d' ossigeno per la preparazione di acido carbonico, e maggior copia per le altre ossigenazioni.

236. Finchè dura l' accrescimento del corpo, cioè fino al quarantesimo anno della vita, il corpo umano assorbe sempre maggior copia di aria nel suo sangue, sì che può sostenersi, che il consumo cresce in ragione diretta della massa del corpo. Dopo il quarantesimo anno, mentre il corpo scema di peso, anche il consumo d'aria diminuisce. Un fanciullo di 8 anni prepara in 24 ore, secondo Andral e Gavarret, 15 once di acido carbonico.

Un giovane di	16	anni	— 32 once
Un uomo tra i	20 e 40	»	— 36 »
»	40 e 60	»	— 30 »
»	60 e 80	»	— 27 »

Dividendo la quantità di aria per lo peso del corpo, si trova che ogni libbra (funto) di peso del corpo di un fanciullo di 8 anni somministra in 24 ore circa 163 grani (= 326 pollici cubici) di acido carbonico, ed un uomo di media età soltanto 136 grani (227

pollici cubici; d'onde si deduce, che il consumo relativo del carbonio diminuisce col crescer degli anni.

237. *Influenza del sesso.* Il sesso femminile separa minor quantità di acido carbonico del maschile. Però negli anni che precedono la pubertà la differenza de' due sessi è poco sensibile, ma col principiare della mestruazione la donna separa poco più di prima, e un terzo meno dell'uomo; cessando quello scolo fra i 39 e 49 anni, la quantità dell'acido carbonico aumenta alquanto di nuovo.

238. *Influenza dei cibi.* La mancanza di nutrizione scema il numero delle respirazioni, e con queste la quantità dell'ossigeno da assorbire, e dell'acido carbonico da rigettare, come provarono le osservazioni fatte sull'uomo colla cura della fame (Struve), e sulle bestie affamate (Chossat, Marchand, Boussingault). Così, per esempio, 4 rane appena prese consumarono in 24 ore 3,26 grani di ossigeno, ed esalararono 0,96 di carbonio; quattro settimane più tardi, mantenute a digiuno, consumarono soltanto 2,40 del primo, e separarono 0,73 di carbonio (Marchand). Solamente che sia ritardato il pasto di qualche ora, diminuiscono così la quantità dell'acido carbonico rigettato, come il numero delle respirazioni (Vierordt).

239. Dopo il pasto principale cresce sempre e costantemente l'acido corbonico segregato (Spallanzani, Prout, Scharling, ecc.).

240. Dopo l'uso di bevande spiritose diminuisce la esalazione del detto acido (Prout, Vierord).

241. Gli animali che possono sostenere lungamente la fame, quali sono gli anfibj, non consumano tanta quantità d'ossigeno, quanta gli animali bisognevoli di molto cibo, come gli uccelli.

242. *Influenza del moto.* — Durante la veglia, e vieppiù sotto il moto della persona, si consuma maggior copia d'ossigeno (Seguin), e si esala una maggiore quantità di acido carbonico (Vierordt), di quello che nel sonno e nel riposo (Scharling), e la differenza per quest'acido ascende ad ogni ora a circa 48 grani.

243. *Acido carbonico come veleno.*—L'acido carbonico espirato è un veleno per gli altri animali, e specialmente pei mammiferi e per gli uccelli, i quali muojono in un'aria chiusa, quantun-

que essa contenga ancora 7 per cento di ossigeno (Schübler); mentre le rane, le lumache ed altri animali inferiori consumano tutto l'ossigeno prima di morire per mancanza di aria.

244. *Acido carbonico già nel sangue.* — Anche nella respirazione dell'idrogeno e dell'azoto vien esalato l'acido carbonico dai polmoni, lo che costituisce una prova che la combinazione dell'ossigeno col carbonio non ha luogo immediatamente nei polmoni medesimi (Edwards, Collard, Müller).

245. *Espirazione di vapor aqueo.* — Nella espirazione si esala non soltanto l' acido carbonico del sangue, ma sì anche il vapor aqueo, quantità quasi impercettibile di ammoniaca e gas solforoso (Regnault e Reiset);ed il corpo perde eziandio di calorico.

246. La quantità di acqua che trasporta seco l'aria espirata si calcola, termine medio, in un uomo adulto ad una libbra (pfund) in una giornata (Valentin). Quanto più asciutta è l'aria inspirata, tanto più copia di acqua perde il sangue nella respirazione, e tanto più i polmoni ed i loro vasi si asciugano. Se l'atmosfera è satura di vapor aqueo, com'esser suole nel verno, il corpo porge colla espirazione circa 3/5 — 4/5 di libbra di acqua per giorno.

247. *Perdita di calorico.*—Siccome l'aria circumambiente nei nostri paesi varia fra i 10 e 22° R., e siccome l'aria espirata è sempre tra i 28 — 30 R., così è chiaro che la respirazione sottrae dal sangue costantemente una ragguardevole quantità di calorico. Se il corpo sia collocato in un' atmosfera ad arte innalzata a 80 R., la traspirazione diviene sì forte, che l'aria espirata che si conduce verso il termometro, lo fa discendere fino a 28 R. (Banks, Fordyce, ecc.). In uno di questi esperimenti il polso crebbe fino a 130—140. La respirazione non parve alterarsi.

248. *Gas respirabili e non respirabili.*—La sola aria durevolmente respirabile è l'atmosferica, ma per certo tempo sono tali eziandio l' ossigeno e il protossido di nitrogeno senza pericolo. Gli altri gas uccidono rapidamente.

249. L'ossigeno puro si può respirare dall'uomo per dieci minuti (Davy), ed i fenomeni che produce sono : eccitamento vitale, frequenza di polso, calore, senso di benessere, succeduto da stringimenti ai precordj, e arrossamento del sangue venoso. Entra nel

sangue maggior copia d'ossigeno, di quella che viene assorbita dall'aria atmosferica.

250. Il protossido di nitrogeno si lascia respirare per quattro minuti (Davy), e diviene prima inebriante, poscia asfissiante.

251. Anche l'idrogeno, che per certo tratto può esser respirato (Davy), agisce inebriando, finchè apporta stringimento ai precordj, vertigine e paralisi.

252. Fra le specie venefiche dei gas è da annoverarsi l'acido carbonico, il gas ossido di carbonio, il gas idrosolforoso. Nei luoghi ove sta gran folla di popolo l' aria si fa nociva per l' acido carbonico. Leblanc trovava, per esempio, che nelle camere dei deputati di Parigi in 1000 parti d'aria se ne contengono 25 in peso di questo acido. In un ambiente dove brucia del carbone, l' elemento più pernicioso è il gas ossido di carbonio (Leblanc.)

253. *Dopo l'espirazione i polmoni non sono vuoti.*—Dopo l'espirazione i polmoni non restano vuoti del tutto, ma contengono ancora una grande quantità di aria, che viene calcolata a circa 103—110 pollici cubici.

254. L'ingresso dell'ossigeno nel sangue ha quindi luogo non soltanto durante il moto respiratorio, ma sì del continuo, probabilmente in virtù di attrazione dei globuli sanguigni, e soprattutto della loro ematina, per l'ossigeno. Due pinte e mezzo di soluzione d'ematina assorbono una pinta e mezzo di questo principio (De Maack).

255. *Attrazione del sangue per l'ossigeno.*—Ma non sono soltanto i globuli sanguigni dotati di questa attrazione per l'ossigeno atmosferico, perocchè ne va fornita altresì la fibrina estratta dal sangue (Scherer); le uova fresche consumano l'ossigeno, sviluppando nella incubazione acido carbonico (Baudrimont e Martin Saint-Ange). I muscoli staccati dal corpo continuano a respirare. Dietro le osservazioni di Liebig si conosce che l' arto d' una rana consumò in 17 ore 0,0048 grammi d' ossigeno, ed emise all' aria 0,0040 grammi di acido carbonico. È da credersi, che tutte le parti durante la vita assorbano ossigeno dal sangue, e rigettino gas acido carbonico. Nel sangue si trova ossigeno libero, specialmente nell'arterioso. Mediante il ritmo dei moti respira-

tori, l'uomo acquista dopo la nascita la sua provvisione d'ossigeno, il quale prima gli veniva compartito dal sangue materno; perciocchè il feto non respira, sì come da alcuni fu ammesso (Beclard, Geoffroy) l'aria dall'umore dell'amnio, il quale non ne contiene per nulla (Müller).

256. *Escrezione dell' acido carbonico.* — La colonna atmosferica che s' inspira trae fuori delle cellule polmonari quell' aria contenente acido carbonico; e quest' aria deriva principalmente dal sangue venoso dell'arteria polmonare, e si emette colla espirazione. Per le differenze fra il sangue venoso ed arterioso vedi sopra al N. 166.

PRODOTTI DEL SANGUE.

257. *Generalità.* — Il sangue è il materiale pel cui mezzo si formano nel corpo certe sostanze imponderabili o ponderabili, necessarie alla conservazione del corpo stesso, e in parte consumate dentro di lui, in parte espulse dal suo interno. Vi appartengono il calore animale, gli organi destinati al moto, al senso ed alle secrezioni, e tutti i prodotti di secrezione. Sottraendo completamente il sangue da una parte, anche questi prodotti cessano immediatamente. Scemando la massa del sangue, l'inerzia succede a poco a poco, come allorchè si diminuisce la nutrizione.

a) CALORE ANIMALE.

258. *Calore del corpo* — In tutti i punti del corpo in cui l'aria atmosferica circostante non sottragga calorico, la temperatura, tranne poche eccezioni, sta fra 28—30 R. (= 35—37 1/2 C., ossia = 95 — 99 1/2 F.). Il sangue delle arterie è più caldo di un grado centigrado del venoso (Crawford, Mayer, Breschet e Becquerel, Berger ed altri). Il sangue della carotide e quello della giugulare è un po' più caldo di quello della vena ed arteria crurale (Breschet e Becquerel). Nel cuore sinistro la temperatura è più alta che in ogni altra parte del corpo.

259. *Differenze nelle varie parti del corpo* — Il termometro applicato sulla cute esterna in parti nude del corpo, e ad una temperatura ambiente di + 16,3 R. porge il detto grado di calore nell'ascella, nel poplite, al pube e un po' sotto l'ombelico; ma non l'ugual grado nelle altre parti meno garantite dalla esterna temperatura (Davy).

260. *Differenze per esterne influenze* — La temperatura dell'aria circumambiente non è per certo senza influenza sul calore interno, sebbene sia incalcolabile. Sotto un artificiale riscaldamento dell'aria fino ad 80 R., ed anche più, il calore del corpo si osservò non soffrire mutazione alcuna (Blagden, De la Roche, Berger). Anche sotto l'abbassamento del calore esterno, come soggiornando in zone fredde, la temperatura della esterna superficie del corpo diminuisce assai poco (Davy).

261. Sulle alte montagne il calore proprio si altera pochissimo (Breschet e Becquerel).

262. Verso mezzanotte la temperatura è più bassa che sul mezzodì (Chossat).

263. *Differenze pel moto* — Dietro il movimento di alcune parti muscolari il calore s'innalza. Così, per esempio, si osservò nel bicipite messo in movimento un accrescimento di mezzo grado fino ad un grado centigrado (Breschet e Becquerel). Movendo parti muscolari distese, si aumenta il calorico anche di quelle, che comunemente sono a temperatura più bassa, come per esempio la pelle; ma in pari tempo si accresce il numero delle respirazioni e delle pulsazioni cardiache.

Differenze nel sonno — Nel sonno la temperatura per lo più si abbassa più che nella veglia (I. Hunter).

264. *Differenze in certe condizioni della vita* — Nei bambini neonati la temperatura subito dopo il parto si abbassa di 3/4 R., e poco dopo riprende il suo grado normale. Anche nella vecchiezza il calore non scema, chè anzi sembra alquanto innalzarsi (Davy, Bärensprung).

Egualmente che il respiro ed il battito del cuore, mostra variazioni anche il calore animale durante le diverse ore della giornata. Il suo *minimum* si scorge a circa 4 ore antimeridiane, s'in-

nalza fino alle 11 ; alle 2 pomeridiane si abbassa nuovamente, torna a crescere verso le 6—7 della sera, e decresce fino al mattino vegnente (Hallmann, Gierse, Bärensprung).

Durante la mestruazione, secondo Fricke, la temperatura suole elevarsi, quantunque ciò non sia stato verificato da Bärensprung. Anche l' utero pare contenere maggior calorico durante la gestazione ed il travaglio del parto (Granville).

265. *Differenze per isconcerti dell'attività della cute* — Soffregando la pelle con una resina solida, la temperatura della cute dei conigli si abbassa bentosto di 10 centigradi e più (Breschet e Becquerel).

266. *Per fame* — Nelle bestie affamate il calore proprio diminuisce, nè si rialza che nel giorno della morte (Chossat).

267. *Per anemia* — Impedito che sia l'afflusso del sangue in una parte, scema di subito il calore proprio; e perciò dopo la legatura di grossi tronchi vascolari esso si abbassa in mezz'ora di ben 10 centigradi.

268. *Per influenza nervosa* — Il calore di una parte di minuisce allorchè si troncano i suoi nervi, d'onde procede il freddo delle estremità paralitiche (Earle, Semmola). Viceversa, recidendo la midolla spinale, ovvero i nervi di una parte paralizzata, la diminuzione è nulla o quasi nulla, semprecchè vi accorra la stessa quantità di sangue (H. Nasse).

Sembra aumentarsi il calore proprio sotto i patemi di animo eccitanti e sotto l' estro venereo, scemare invece sotto i patemi deprimenti e nei deliqui.

269. Nelle commozioni cerebrali conseguenti a colpi sul capo, e dopo estirpazioni di grandi organi il calore si abbassa. (Chossat).

270. Dopo la recisione dei nervi vaghi (Cooper, Chossat ed altri), si scorge lo stesso abbassamento che cessa al subentrar della morte.

271. Talora si sentono alcune parti del corpo più calde o più fredde, quali sono per esempio la faccia, la fronte, la nuca, nei disordini di digestione, nelle ambasce od in altre affezioni, mentre certe località circoscritte si mostrano talvolta patentemente più calde.

272. * Le sperienze di C. Bernard (Accademia delle scienze 7-17 dicembre 1853) aprono un nuovo campo di ricerche intorno alla determinazione dell' influenza dei due sistemi nervosi, *cerebro-spinale* e *gran simpatico*, sulla calorificazione animale. Eccone i principali risultati.

a) La paralisi dei nervi cerebro-spinali, di senso o di moto, induce nelle parti abbassamento di temperatura.

Nervi di senso. La recisione del 5° paio nel cranio, nel coniglio, apporta nella faccia corrispondente un abbassamento di temperatura che dopo 12-18 ore giunge a 3° C. — La congiuntiva divien rossa, l' occhio cisposo, le palpebre incollate, e la cornea rammollita.

Nervi di moto. Aperta in un cane vigoroso la porzione lombo-sacrale della colonna vertebrale, e poste a nudo le radici dei nervi che animano gli arti posteriori, dopo aver di questi presa la temperatura, si recidano le radici anteriori (di moto) di un lato: ne conseguiterà un abbassamento di calore di 2-3° C.

b) Al contrario, *la recisione del gran simpatico apporta un notabile e durevole aumento di calore nelle parti*.

Se sopra un animale mammifero, cane gatto cavallo coniglio, si recida o si allacci, nella regione media del collo il cordone di comunicazione tra il ganglio cervicale inferiore ed il superiore, o questo si estirpi, subito dopo ne conseguiterà riscaldamento in tutto il lato corrispondente della testa, e la differenza di temperatura dei due lati giunge in pochi minuti sino a 4-5° C. Questa sperienza è stata ripetuta da Brown-Séquard, da Budge, da Tommasi e Vella, e da de Martini ed Amicucci.

273. L'elevazione di temperatura ha luogo non solo nelle parti superficiali, ma anche profonde, cavità del cranio, cervello; ed il sangue che ne ritorna è del pari più caldo, siccome si conosce introducendo il termometro nella giugulare (Bernard).

274. Tutta la parte della testa, che si riscalda dopo l'estirpazione, divien sede di più attiva circolazione sanguigna. Il calibro dei vasi, si amplia, come se venisse a mancare la tonicità e la contrattilità delle loro pareti. (Brown-Séquard, Waller).

275. Questa differenza, se si tagli il cordone, dura circa due

settimane nel coniglio, e circa due mesi nel cane; ma se si estirpi il ganglio cervicale superiore, sarà indefinita.

276. Il lato così riscaldato resiste meglio dell' altro all' ambiente troppo caldo o troppo freddo.

277. La galvanizzazione del cordone cervicale reciso con una poderosa macchina magneto-elettrica fa abbassare la temperatura del lato, anche al di sotto di quella del lato sano; e parimente dissipa la turgescenza vascolare.

278. Pare, che l'elevazione di temperatura non dipenda interamente dalla turgescenza vascolare che l'accompagna. La congestione della congiuntiva ha luogo anche dopo la recisione del quinto paio, e la temperatura diminuisce. Se, dopo aver ottenuto l' innalzamento di temperatura coll'estirpazione del ganglio cervicale, si leghi la carotide corrispondente, il calore delle parti della faccia si manterrà nondimeno più elevato che nell'altra (Bernard).

* Sembra che la recisione del gran simpatico affievolisca in quei tessuti le affinità vitali degli elementi costitutivi, onde cresca l'affinità chimica dell' ossigeno pel carbonio ed idrogeno. Perciò nella maggiore produzione di acido carbonico e di acqua, e forse anche di qualche altro composto, si troverà la ragione dell' innalzamento di temperatura (de Martini) *.

279. *Per influenza sulla respirazione* — Nelle malattie in cui la respirazione è tarda, sono ordinariamente freschi gli integumenti comuni, intantochè l'accelerato respiro si associa in generale con un aumentato calore. Da ciò si può derivare, che le stesse influenze, le quali infatti scemano il calore animale, perdono questa facoltà ogni qualvolta da esse viene accelerato il respiro. E perciò sotto i larghi salassi s'innalza per lo più la calorificazione a misura che si aumenta il numero delle respirazioni.

280. *Nel sonno invernale* — Nel sonno invernale la calorificazione del corpo diminuisce considerevolmente in ragione del diminuito respiro e dei più rari battiti del cuore. Gli animali che dormono nell'inverno hanno una temperatura poco diversa dell' aria ambiente, e così nelle marmotte essa discende da 30 a 4., nel riccio da 28 a 4. (Saissy). ecc.

281. Col decrescere del calore ambiente si aumenta il numero delle respirazioni e dei battiti cardiaci (Vierordt, Letellier). Spogliandosi nudi nel verno si prova in fatti un tal cambiamento. Vierordt esalò a 19° C. 257 cent. cub. di acido carbonico, che arrivarono a 299 ad 8.° Aumentando il numero delle respirazioni e con esse l'esalazione dell'acido carbonico, si accresce, forse in ogni caso, anche il calorico. Laonde i movimenti affrettati del corpo fanno l'effetto che s'inspiri maggiore quantità di ossigeno e si emäni maggiore quantità di acido carbonico (Vierordt e Seguin).

282. 1° *Causa del calore nella formazione dell'acido carbonico* — Siccome dappertutto ove si forma acido carbonico in conseguènza della combinazione dell'ossigeno col carbonio, ivi ha luogo sviluppo di calorico, così è naturale che questo calorico si sviluppi anche nel nostro corpo durante la composizione dell'acido anzidetto. La quantità di questo acido prodotta in 24 ore da un'adulto è computata da 23-30 once. A formare 23 once di acido carbonico sono necessarie once 6, 1|2 di carbonio, che il corpo deve eliminare. Se mezz' oncia di carbonio viene convertita in acido carbonico, ne succede, secondo Despretz, riscaldamento di 52 once e mezza di acqua da 0 a 75. C. Intanto non è ancora noto per esatte ricerche, quanto carbonio debba convertirsi in acido carbonico per riscaldare le parti singole del corpo da 0 a 35 C., e perciò rimane su questo proposito una grande lacuna.

283. 2.° *Nella formazione dell'acqua*—È molto probabile altresl che si faccia dentro al corpo una combinazione di ossigeno coll' idrogeno, generatrice dell' acqua, ed occasione di sviluppo di calorico (Lavoisier, Laplace, Dulong, Liebig ed altri). Siccome s'inspira una quantità di ossigeno maggiore di quella che sta contenuta nell'acido carbonico espirato, (V. N. 235),così è presumibile che una parte sia impiegata a comporre acqua. Infatti si trova nello stomaco e negli intestini,fra le varie specie di gas, anche dell' idrogeno.

284. Pertanto Despretz e Dulong hanno osservato,che per questa combustione può prodursi soltanto da 9 decimi od anche sot-

tanto 7 decimi, e nei carnivori la sola metà del calorico che si trova nel corpo. In queste calcolazioni vennero utilizzati a dir vero i numeri che Lavoisier e Laplace hanno determinato per la quantità di calorico solito a svilupparsi nella combustione del carbonio. Ma nuove più recenti ricerche (Dulong, Hess, Grassi) diedero risultamenti diversi, che meglio chiariscono la genesi del calore per effetto della combustione del carbonio e dell'idrogeno (Liebig).

285. 3.° *Il passaggio del sangue dallo stato fluido al solido.* — Altra sorgente di calorico che può ammettersi nel corpo si è, per esempio, il passaggio del sangue fluido in organi solidi; quantunque sia compensata questa dalla trasformazione contemporanea di parti solide in fluide.

286. 4.° *L'azione del sistema nerveo.* — Tutti i fenomeni che rendono indubbia la influenza recata dai cangiamenti dello stato de'nervi sul calore animale, possono in parte derivarsi dai movimenti muscolari, parte dai disordini che le affezioni nervose esercitano sulla corrente sanguigna, senza che si abbia perciò una dimostrazione della diretta influenza del sistema nerveo sulla calorificazione. Al che appartengono la diminuzione del calorico dopo la recisione dei nervi vaghi, e quella che succede al troncamento dei singoli nervi spinali nelle parti a cui si distribuiscono.

Alcuni sperimenti sembrano dimostrare la diretta azione della midolla spinala e del cervello sulla calorificazione.

a) Per provare che la respirazione, e conseguentemente l'ingresso dell'ossigeno nei polmoni, non determina sviluppo di calorico, Brodie allacciò i vasi del collo di alcuni mammiferi, e li decapitò, poscia insufflò aria, ed osservò che il sangue facevasi rutilante, che sprigionavasi una copia considerevole d'acido carbonico, ma che ciò non ostante il calore scemava più rapidamente di quello che succedeva in un animale ucciso, a cui non insufflava aria. Questa sperienza venne in parte confermata da altri (Legallois, Krimer, Emmert).

b) Chossat tagliò il cervello di traverso dinanzi al ponte, e vide continuarsi la respirazione, ma abbassarsi il calorico. Quanto più in dietro cadeva la incisione della midolla spinale, tanto più

scemava il calore; tantochè ad un taglio fatto sotto la 7.ª vertebra cervicale giunse in 3 ore a 6°,5; alla 1.ª dorsale a 5°,8; sotto l'ultima dorsale a 0°, 4 R. —

Il valore dimostrativo di questa esperienza viene però affievolito dalle circostanze seguenti:

a) Negli animali intatti, a cui si fa una respirazione artificiale mediante la insufflazione dell'aria, il calore decresce (Williams). Questo artificio non surroga adunque la respirazione naturale.

b) Ma ciò che più importa non è tanto che entri ossigeno nei polmoni, quanto ch'esso penetri nei capillari e s'insinui per tutto il corpo. Perciò, malgrado che si mantenga il respiro, diminuisce d'intensità e di estensione il battito del cuore, e così ne soffre la distribuzione dell'ossigeno alle varie parti del corpo, e con esso la formazione dell'acido carbonico. Che se nelle esperienze di Brodie si ebbe esalazione di questo gas, è probabile che non fosse di nuova formazione, ma sì veramente quella quantità che esisteva precedentemente nel sangue, la quale può esser esalata completamente anche dagli animali morti senza respirazione artificiale e senza pulsazione del cuore. Si decapiti un animale, e gli s' intrattenga la respirazione; ovvero gli si distrugga il cervello, e se ne conservi il respiro, sempre la circolazione ne soffre, come provano le sperienze sugli animali; nè si può attribuire ad azione diretta del sistema nervoso un fenomeno che ne è forse una conseguenza mediata. Siccome oltre a ciò una gran parte dei nervi cardiaci proviene, secondo le mie proprie osservazioni, dalla midolla spinale, così la diminuzione del calorico sotto le lesioni spinali si lascia chiarire da questo fatto anatomico.

287. * Sembra, che l'innalzamento di calore, dopo le lesioni del gran simpatico non segna la ragion diretta dell' aumento di circolazione. (V. n. 278).

288. 5.° *Il movimento dei muscoli* — Il moto de'muscoli (N. 242) non può essere la condizione precipua della genesi del calorico, perchè non sarebbe in corrispondenza col fatto, che i pesci, così vivaci, gli anfibj, e certi animali invertebrati, possiedono un quasi insignificante grado di calore interno. In ogni caso si potrebbe attribuire l' aumento di calorico, consecutivo al mo-

to muscolare, all'accresciuta velocità della corrente sanguigna, ed alla combustione più forte che ne deriva. Pure anche dopo la morte (Bunzen), e dopo le legature (Matteucci), e negli animali a sangue freddo come sono le rane (Helmholtz), si osservano sotto il moto piccole elevazioni di temperatura.

289. Per quanto sia verisimile la teoria chimica cioè quella della combustione a spiegare il calore animale, pure essa non è sufficiente a chiarire tutt' i fenomeni. Il fatto, che il sangue del cuore sinistro mostra una temperatura più alta, non è giustificato finora in modo soddisfacente da quella teorica. Gl'insetti, che respirano frequentemente, e che mangiano assai, hanno tuttavia assai poco calore interno (Melloni e Nobili). Ciò non ostante, non vuolsi trasandare il fatto, che là dove molti insetti vivono uniti, ove per conseguenza la sottrazione del calorico dei singoli corpicciuoli per opera dell'aria ambiente non può essere molto influente, si riscontra un' assai più alta temperatura, che là dove gl'insetti vivono isolati. Tale è il caso degli alveari e de'formicai.

290. *Rapporto fra la calorificazione e la nutrizione* — La calorificazione sembra però stare in una certa proporzione colla copia del nutrimento e dell'ossigeno assorbito. Quegli animali che ne respirano una quantità moderata, malgrado che mangino assai, come sono i pesci, sviluppano poco calore. Negli anfibj, in cui il bisogno respiratorio è minore, e non completa la separazione del sangue venoso dall'arterioso, il calore è pochissimo. Nei paesi freddi e nel verno si mangia ordinariamente di più che nei caldi e nella state. — Pure i marinai che navigano per le regioni gelate, non portano seco maggior provvisione di cibi, che quelli che navigano per le calde (Scharling). Nella fame il calore decresce (Martine), e dopo il pasto subentra un senso manifesto di caldo.

b) FORMAZIONE DEGLI ORGANI

291. *Accrescimento* — Quando negli organi il concorso della sostanza nutritiva è maggiore della decomposizione e della eliminazione, essi naturalmente crescono di volume, e viceversa. Nello

stato sano della vita il corpo cresce fino ad una certa età; e nell'età che succede scema sensibilmente, finchè da ultimo deperisce.

292. Secondo Quetelet, il peso del corpo varia come segue:

	NEL SESSO MASCHILE		NEL SESSO FEMMINILE	
	in kilogrammi	in libbre(funti)	in kilogrammi	in lib. (funti)
Dopo la nascita	3,20	6,8	2,91	6,1
a 1 anno	9,45	20,2	8,79	18,7
» 3 »	12,47	26,5	11,79	25,2
» 5 »	15,77	33,7	14,36	30,5
» 7 »	19,10	40,8	17,54	37,3
» 10 »	24,52	52,4	23,52	50,-
» 20 »	60,06	127,9	52,28	111,3
» 30 »	63,65	135,5	54,33	115,7
» 40 »	63,67	135,6	55,23	171,6
» 50 »	63,46	135,1	56,16	119,6
» 60 »	61,94	131,9	54,31	105,6
» 70 »	59,52	126,7	51,51	109,7
» 80 »	57,83	123,1	49,37	105,6
» 90 »	57,83	123,1	49,34	105,6

293. Analoghe proporzioni si danno rispetto alla lunghezza del corpo. Nei due sessi l' incremento procede fino ai 30 anni, è stazionario fino ai 50, dal qual punto diminuisce in lunghezza da quello che era a 40. Un bambino neonato è lungo 1/2 metro (un metro corrisponde a 3 piedi e 2 pollici, e 2,8 linee di misura germanica), una bambina neonata ha 0,49.

a 5 anni	Il corpo maschile	ha in lungh.	0,98	il femminile	0,97
» 10 »	»	»	1,27	»	1,24
» 20 »	»	»	1,67	«	1,572
» 30 »	»	»	1,68	»	1,579
» 40 »	«	»	1,68	»	1,579
» 50 »	»	»	1,67	»	1,53
» 60 »	»	»	1,63	»	1,516
» 70 »	»	»	1,62	»	1,514
» 80 »	»	»	1,61	»	1,506
» 90 »	«	«	1,61	»	1,506

294. Questi numeri insegnano: *a*) che il corpo del maschio fino a circa 50 anni è in caso di preparare non solo bastante ma sì anche esuberante materiale in proporzione di ciò che decompone; *b*) che questa produzione è nel suo massimo di attività nei primi anni della vita, e poscia decresce. Mentre nel primo

anno acquista circa 12 libbre (funti), occorrono ben quattro anni perchè ne acquisti poscia altrettante. Da quel punto fino al trentesimo anno si raggiungono, per circa ogni quattro anni, 17 libbre. È degno di osservazione, che da 10 a 20 anni, periodo in cui cade la pubertà, aumenta assai più considerevolmente di peso, cioè il doppio dell'aumento che prova dai 5 ai 10 anni.—*c*) Che la ragione dell'incremento all'incontro è in progressiva diminuzione: dalla nascita ad un anno l'uomo cresce circa 7 1/2 pollice; da 1 a 5 anni 11 soltanto, cioè 2 1/3 pollice per anno; da 5 a 10 anni 10, 9 pollici appena; da 10 a 15 soli pollici 10,3; da 15 a 20 soltanto 4, 5 pollici; e da 20 a 30 anni neppur mezzo pollice.—*d*) Che il sesso femminile ha minor peso e minore lunghezza di corpo del sesso maschile.

295. Egual moto ascendente e discendente mostra altresì in generale, durante la vita, il cervello, e forse anche gli altri organi. Secondo Reid, il cervello umano pesa: (a peso medio)

negli anni	il maschile				il femminile			
1 — 5	Once	42	gr.	33				
5 — 7	»	47	»	23				
7 — 10	»	49	»	126				
10 — 13	»	52	»	15				
12 — 16	»	51	»	53				
16 — 20	»	56	»	350	Once	48	gr.	158
20 — 30	»	54	»	214	»	48	»	63
30 — 40	»	56	»	147	»	46	»	448
40 — 50	»	52	»	408	»	48	»	63
50 — 60	»	53	»	216	»	—	»	—
60 — 70	»	54	»	23	»	46	»	257
70 in poi	»	51	»	282	»	41	»	232

Pesarono nella donna fra i 25 — 30 anni					. . . . . nell'uomo			
Il cuore	Once	9,	grani	2751	Once	11,	grani	400
Il fegato	»	48	»	158	»	50	»	436
Il rene destro	»	4	»	341	»	6	»	119
Il rene sinistro	»	5	»	280	»	6	»	406

296. *Ricambio di materiale* — Indipendentemente da siffatti cangiamenti spettanti all'incremento e decremento del corpo durante la vita, esso perde giornalmente colle sue evacuazioni una determinata quantità di materia, che si calcola nella età media a

5 libbre (funti) e più. Uguale quantità esso introduce per mezzo degli alimenti quotidianamente. Nell'intervallo fra i 30 e i 50 anni, il cangiamento del peso del corpo, secondo le ricerche di Santorio, Keill, Dodart, Dalton e Valentin, nel decorso della giornata è nullo; l'introito agguaglia la perdita.

L'introito consiste negli alimenti e nell'aria inspirata: l'uscita è rappresentata dall'aria espirata, dalla traspirazione cutanea, dall'orina, dalle fecce, dagli epitelj e muco, epidermide, unghie e peli.

Una porzione dell'alimento e dell'aria inspirata passano immutati fuori del corpo; l'altra all'incontro cangia la forma, cioè coi suoi elementi entra in combinazioni novelle, che sono poscia portate fuori. Così, per esempio, in un uomo sano l'albume ingesto non esce dal corpo tal quale, ma scompartito nei suoi elementi, che sono azoto, carbonio, idrogeno, ossigeno e zolfo, però sotto forme diverse, quali a cagion d'esempio sono l'urea, l'acido solforico, l'idrosolfuro ecc.

Alcune parti degli alimenti non sono disciolte dai succhi digestivi, come le bucce e somiglianti, mentre altre indigerite passano negli escrementi per movimento accelerato degl'intestini o per altri accidenti. Sebbene si trovino nelle orine o nelle fecce immutati i sali e le terre che si mangiano, e sebbene l'acqua esca tale quale, non è tuttavia dimostrato che questi sali e quest'acqua non soffrano altre combinazioni, essendo anzi verisimile che il muriato di soda somministri al corpo la soda, che i solfati, quale per es. il sale di Glauber, aiutino a formare negl'intestini gli idrosolfuri, l'acqua si scomponga nei suoi elementi e concorra alla formazione dei composti ammoniacali.

297. Il primo cangiamento di forma nel corpo è la trasmutazione dell'alimento in sangue. Questo cangiamento si fonda sui seguenti processi:

a) Delle sostanze azotate, passano verisimilmente immutate nel sangue le sostanze proteiniche non coagulate, e diventano suoi componenti.

b) Le coagulate poi sono primamente sciolte dal succo gastrico, ed introdotte in tal modo nel sangue.

c) L'amido ingesto è convertito, dalla saliva inghiottita, in zucchero d'uva.

d) Lo zucchero si trova nel sangue, ma in quantità picciolissima, a tale da potersi sospettare, che si scomponga molto sollecitamente nel sangue stesso. — Ma non è dimostrato con prove di fatto cosa ne succeda, forse che serve alla formazione dell' acido carbonico che viene espirato.

e) Anche allorchè non si trovano nelle vivande amido e zucchero, quest'ultima sostanza si compone nel corpo, e più particolarmente nel fegato; perciocchè se ne trova sempre negli animali sani, anche puramente carnivori.

Una grande influenza alla composizione dello zucchero nel fegato esercitano i nervi vaghi, dietro la scoperta di Bernard. Infatti essa si sopprime dopo la recisione di questi nervi, e per l'opposto si accresce ragguardevolmente sotto le irritazioni del quarto ventricolo, e delle olive, tanto da mostrarsi patente due ore dopo nelle orine e nel sangue di quegli animali (Bernard).

Da quali sostanze prepari il fegato questo zucchero (forse dal grasso?) non è noto ancora.

f) Il grasso è renduto liquescente dal succo pancreatico, in maniera da poter essere introdotto nel sangue.

g) Anche rispetto al grasso hanno luogo gli stessi fenomeni che si osservano per lo zucchero; sebbene per lo più si trovi contenuta negli alimenti non picciola quantità di grasso, pure la proporzione che se ne trova nel sangue è sempre scarsa.

Non è noto e deciso, se questo grasso sia sollecitamente depositato dal sangue in modo da non permettere che vi si riveli, ovvero se soffra una decomposizione, forse in zucchero.

La formazione dei globuli sanguigni sembra del pari costituirsi nel fegato, come dimostrano le indagini microscopiche e chimiche (V. N. 140).

298. Il secondo cangiamento di forma nel corpo è il tramutarsi del sangue in massa organica. Il plasma sanguigno deposita i materiali per la ricostruzione della suddetta massa; poichè esso trasuda di continuo a traverso le pareti dei capillari, e viene così in contatto continuo con quella.

I singoli organi trovano in questo fluido sanguigno che li abbevera le materie di cui sono essi stessi costrutti; cioè, per esem-

pio, la massa nervea trova l' albumina, il grasso ecc., ed i tessuti fanno per processi finora sconosciuti che quell' umore omogeneo assuma una forma determinata, come sarebbe a mò d'esempio, la fibrina del sangue che imbeve i muscoli, prenda la forma di fibre muscolari. Le glandole secernenti hanno il doppio ufficio di ristorare se stesse, e di emettere un fluido. Fra le glandole che sono destinate alla nutrizione si devono distinguere quelle che separano un fluido che verrà espulso dal corpo, dalle altre che preparano un umore che sarà adoperato o in tutto od in parte nel corpo medesimo. Alle prime spettano principalmente i reni ed i polmoni, alle seconde il fegato, le glandole salivali e mucipare. Le materie essenziali derivanti da quelle, cioè l'urea e l'acido carbonico, sono già belle e formate nel sangue, ma delle sostanze pertinenti alle seconde nulla è ancor definito. Se intanto relativamente ai reni ed ai polmoni si può asserire, che prendano i loro prodotti di escrezione già belli e fatti dal sangue, è presumibile invece che, rispetto al fegato, ed alle glandole salivali e mucose, si costruisca e prepari un prodotto nuovo dalle sostanze che il sangue loro somministra.

Il grasso presente nel sangue, e non adoperato alla costruzione degli organi, si deposita in grembo della cellulosa entro cellule speciali, che sono le cellule adipose. Però quello che si stratifica nel corpo, sovente in sì gran copia, può non procedere soltanto dal grasso degli alimenti, ma sì formarsi nell' organismo anche dalle sostanze che non ne contengono. *a*) Un porco per 13 settimane fu pasciuto con 333 libbre (funti) di piselli, e 2275 di patate cotte, introdusse in totale libbre 8,6 di grasso; e se prima dell'ingrassamento aveva addosso libbre 18 di adipe, dopo fu trovato averne da 50-55, cioè 23,4 di aumento, le quali probabilmente sono state prodotte dall'amido (Liebig). *b*) Le api nutrite collo zucchero candito produssero cera (Huber, Grundlach) il cui grasso era verosimilmente nato dallo zucchero. *c*) Ad una temperatura di 25 a 30° R. si forma dallo zucchero, misto a formaggio e creta, acido butirico, con isvolgimento di acido carbonico e idrogeno. Il grasso umano risulta di 79 0/0 di carbonio, 11 0/0 d'idrogeno e 9 0/0 di ossigeno.

299. Il terzo cangiamento di forma nel corpo è la metamorfosi della massa organica in materia decomposta, che entra nel sangue, e di là nei due grandi serbatoi destinati a raccogliere i più importanti umori escrementizj, cioè i reni ed i polmoni.

Nel sangue sano si presenta poca urea; ma se si estirpano i reni, questo componente primario dell'orina si vede accresciuto nel sangue in quantità relativamente maggiore (Prevost e Dumas). Tale fenomeno è comune anche negli indurimenti de'reni. Quindi con ragione si è concluso, che il sangue in istato normale contiene così poca urea per la sola ragione che se ne scarica del continuo pei reni. Un simile procedimento ha forse luogo anche rispetto all'acido carbonico.

Questo cangiamento di forma si effettua del pari allorchè non entra cibo nel corpo.

Non è noto ancora come nascano l'urea e l'acido carbonico. Siccome quella è materia azotata,e questo no,così è da presumere, che la prima derivi direttamente dalle parti del corpo azotate, e la seconda dalle non azotate, e conseguentemente che sieno sorgenti dell'urea i muscoli, i nervi, le glandule, e soprattutto la bile; laddove il grasso o come tale, o dopo essersi convertito in zucchero, sia la fonte dell'acido carbonico.

300. *Prova del ricambio del materiale.* — Queste diverse mutazioni di forma si comprendono nell' appellazione di *ricambio del materiale*. Le prove del medesimo sono a un di presso le seguenti; *a*) incremento, *b*) rigenerazione, *c*) diverse gradazioni di sviluppo degli elementi anatomici di certi organi, *d*) decremento delle parti per deficienza di nutrimento e di sangue, *e*) accrescimento contemporaneo all'aumento del sangue.

301. *a*) È inverosimile che durante l' incremento le fibre e le cellule,di cui gli organi sono costrutti,non si moltiplichino realmente, ma soltanto si dilatino, oppure gli organi divengano soltanto più ricchi di vasi; perciocchè nel primo caso dovrebbero scemare le altre dimensioni dei tessuti, nel secondo i vasi sanguigni dovrebbero crescere senza proporzione, ed in modo contraddetto dalla sperienza.

302. *b*) È una esperienza già antica,che tolta la continuità di una

parte del corpo, oppure amputata un'intiera parte, può aver luogo una riparazione od una riproduzione (Réaumour, O. F. Müller, Bonnet, Trembley, Spallanzani ed altri). Il primo di questi fenomeni chiamasi *rigenerazione*, il secondo *riproduzione*.

Nel corpo umano poche sono le parti atte a rigenerarsi od a riprodursi. Negli anfibj si rigenerano le code amputate delle salamandre e le zampe recise di questi animali e dei girini, le branchie dei tritoni, le code delle lucerte senza però ossificazione delle vertebre. Inoltre si riproducono alcune parti dell' occhio, come la cornea, l'iride, la lente nelle salamandre, se il nervo ottico è rimasto inoffeso. Nei pesci si riproducono le pinne. Nelle lumache la più gran parte del capo se non viene offeso il ganglio esofageo. Nei gamberi le zampe, nelle najadi fra gli anellidi si riproduce un corpo intiero ad ogni taglio trasversale, e nei polipi ad ogni pezzo che si recide.

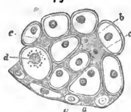
La rigenerazione si limita nell'uomo alle parti seguenti: *a*) i tessuti epidermici, cioè epidermide, epitelj, unghie, semprechè resti illesa la matrice, e peli rimanendone intatto il follicolo; *b*) la lente cristallina; essa si riproduce sì nell'uomo che negli animali se la capsula lenticolare è rimasta in sede (Leroy, Mayer, Sömmering, Textor e Valentin); *c*) le ossa. La loro rigenerazione fu studiata nelle fratture. Fra il periostio e l' osso rotto, sì nella cavità midollare che nelle parti molli circostanti comincia a formarsi un trasudamento di plasma sanguigno, di cui quello delle parti molli non assume una speciale organizzazione, ma la prende bensì quello dell'osso. Si producono fra i due frammenti cellule cartilaginee, canali midollari e corpuscoli ossei. La osteogenesi fra i frammenti progredisce per modo che intorno ad essi viene a formarsi una larga capsula, la quale costituisce il primitivo o provvisorio callo. Ma dappertutto l' ossificazione comincia dall'osso stesso e non dal periostio. E' possibile anche una riproduzione delle ossa, ed in fatti fu osservata nella interna estremità superiore dell' ulna (Textor), e nella mascella inferiore (Virchow, Palma); *d*) i nervi periferici. Questi si rigenerano completamente, ancorchè sieno stati distrutti dei grossi pezzi, ma le fibre acquistano soltanto dopo lungo tempo la loro

eccitabilità e la loro influenza sui movimenti. Ciò non di meno anche per essi comincia un trasudamento, nel cui grembo si vanno delineando fibre da principio sottili (Steinrück, Nasse ed altri). Dietro le osservazioni di Bidder non è stato possibile di far congiungere il ramo linguale del trigemino, che è nervo di senso, coll'ipoglosso che è nervo di moto. Secondo alcune osservazioni si rigenererebbero anche le parti centrali del sistema nerveo. Se un nervo sia reciso, la porzione del medesimo che non è più in continuità col pezzo centrale non soffre ulteriori ragguardevoli cangiamenti. Il contenuto delle fibre nervee primitive si converte in una massa grumosa e granulosa, rendendosi in progresso appena visibile (Nasse, Günther e Schön, Waller); *e*) denti. Non è raro che in persone già vecchie spuntino denti dopo la caduta dei permanenti; ma non è risoluto il problema, se essi debbano riguardarsi come formazioni nuove, o come una rigenerazione. *f*) Dopo la legatura e l'obliterazione, nonchè dopo gravi lesioni dei vasi il sangue si coagula dal punto ammalato fino alla prima grossa anastomosi, formando un turacciolo o trombo, intorno a cui dalle pareti dei vasi esuda un plasma che converte il pezzo di arteria in una massa legamentosa costituita di fibre cellulose, cagione della obliterazione. Dalla parte del vaso obliterato si compongono vasellini nuovi capillari che sboccano in maggiori per intrattenere la circolazione. Vasi capillari di nuova formazione s'incontrano anche nelle membrane che sono prodotte morbosamente. *g*) Le membrane, le glandule, i muscoli, le cartilagini ed i tendini non si rigenerano mai. Intorno alla milza V. N. 97. I pezzi distrutti sono sostituiti da tessuto cellulare (Thaetz, Ammon e Salzmann).

303. *Gradi diversi di sviluppo dei tessuti.* — Nelle varie parti del corpo si trovano forme svariatissime delle medesime parti elementari messe l'una appresso dell'altra, che sembrano accennare a gradazioni di sviluppo e quasi direbbesi ad una scala di fenomeni di nutrizione. 1 Nel sangue appaiono globuli incolori, pallidi, e de' profondamente coloriti, grandi e minuti. Negli ingorghi di sangue entro i capillari si vede aumentarsi il numero dei corpuscoli incolori, scemare quello dei rossi. Talora si trovano

negli animali accanto ai normali dei globuli informi e dentellati. Sotto la putrefazione si decompongono in una massa granellosa. Nelle malattie si viddero trapassare in pigmento ed in cristalli. E specialmente è importante la conversione del sangue umano, estratto dopo alcune settimane dallo stomaco delle sanguisughe, in cristalli rubicondi ed in cellule tutte speciali (Budge). 2 Nei nervi appaiono fibre più sottili e più larghe le prime scevre di contenuto, le seconde ripiene di un contenuto oleoso. Secondo H. Nasse e Günther le fibre nervose nell'atto che si rigenerano, sono gracili e sottili. 3 Nelle cartilagini (fig. 7) si riscontrano cellule minute (*a c c*), e cellule grandi (*b d*) che hanno dentro a sè altre cellule. Ciò non di meno da queste osservazioni non si può dimostrare lo scambio del materiale, perciochè non si conosce ancora se le dette forme sieno gradi di sviluppo, o forme differenti.

fig. 7



304. *Ricambio di materiale negli organi non vascolosi. Epitelj.* — L'epidermide, l'epitelio, le unghie, i peli e somiglianti altri tessuti, come pure la lente cristallina, presentano tuttavia molte gradazioni di svolgimento, che permettono di riconoscere le creazioni nuove dalle antiquate. Le cellule epidermiche applicate direttamente sul corio, (rete malpigliana), sono rotonde ed ovali, molli, munite di un nucleo distinto nel mezzo, più piccole ed applicate l'una sull'altra assai strettamente. Le più superficiali all' invece hanno poca adesione reciproca, maggior volume, apparenza cornea, nessuna traccia di nucleo, o tutto al più nucleo appena visibile, e figura assai irregolare (fig. 8 *a*). Siccome le cellule più superficiali si desquamano sempre, rimanendo tuttavia l'epidermide di costante spessezza, è mestieri concludere che si formino sul corio sempre nuove cellule le quali respingono in fuori le antiche. Anche gli epitelj del·

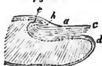
fig. 8



le mucose si desquamano, come si vede nel catarro, nella saliva, negli escrementi, nel muco nasale che ne contengono sempre. Sulla superficie delle mucose accennate, come è per esempio quella della cavità boccale anteriore e della lingua, si presentano epitelj bruscamente circoscritti, talora manifestamente esagoni, in mezzo ad altri che sono irregolari; ora muniti di nuclei, ora con nuclei poco percettibili; non mai inclinati a farsi cornei come lo sono le squamette dell'epidermide.

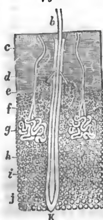
305. *Unghie*—Le unghie costano di strati (fig. 9 *a c*) applicati l'uno sull'altro, e l'uno appresso l'altro, la cui matrice stà dietro in una falda del corio (*e h*), e sulla superficie larga dell'unghia (*d*) (Lauth). Il loro incremento si fa per guisa che lo strato posteriore nascosto nella falda si rinnova costantemente, e respingo quello che sta dinanzi. Così una macchia fatta sull' unghia progredisce sempre in avanti.

fig. 9



306. *Peli* — Il pelo (*fig. 10 b*) si forma dentro al follicolo *k*, configurato a modo di sacchetto allungato nella spessezza del corio, e tappezzato dall'epidermide. Ivi sta la parte più grossa del pelo colla sua radice e coperta da un velamento epidermico. Intantochè si produce sempre nuova sostanza, la più antica viene spinta in avanti.

fig. 10

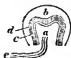


307. *Lente cristallina* — La lente cristallina è costruita dalla capsula lenticolare, generatrice di cellule analogamente alle cellule epidermiche del corio, e nuotanti nell'umore del Morgagni. Nella lente però esse si trasformano per reciproca loro fusione (Schwann, E. H. Weber) in fibre limpide, rettilinee, disposte in segmenti.

308. *Specie diverse d'incremento* — La maniera d'incremento di queste parti non vascolose essendo straliforme, ha preso il

nome d'*incremento per apposizione*, per distinguerlo dall'altro che si fa per accrescimento uniforme dal di dentro al di fuori, e che

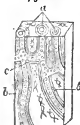
fig. 11



dicesi per *intosuscezione*. Agli organi della prima specie si appartengono anche le parti ossee dei denti. Il germe dentale (fig. 11, *a*) è la matrice, la quale, come la faccia ungulare per l' unghia, è sormontata dal dente (*d c*) anche esso insensibile e non vascoloso. Le parti che si accrescono a questo modo sembrano trovare ostacoli all'incremento soltanto da circostanze esterne, e non dalla loro propria organizzazione come è il caso delle parti che crescono per intosuscezione. L'aumento del pelo e dell'unghia non ha limite determinato: la lente cristallina è limitata dalla sua capsula : l' epidermide si desquama: i denti si consumano per reciproco arrotamento; e dove per divergenza de' medesimi ciò non si effettui, crescono senza misura, come si vede in alcuni animali.

309. *Incremento delle ossa.* — All' accrescimento per apposizione si accosta assai più quello delle ossa. Se ad un osso di animale vivo si applichi intorno un anello, esso non rimane alla pe-

fig. 12



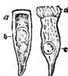
riferia ma finisce col cingere la midolla (Duhamel, Flourens). Le ossa crescono per lo più alla superficie, intanto che dalla midolla in fuori sono assorbite (E. H. Weber). L'incremento loro non procede però dal periostio, ma sì dai vasi distribuiti nei canaletti midollari (fig. 12 *a b b*), a cui appartiene nelle ossa fistolose la midollare cavità, costituente il maggiore di quei canali ove i minori mettono capo.

310. Ora sebbene il più forte aumento delle ossa si faccia alla superficie, non è a credersi perciò che non si effettui in tutta la massa. Questo processo è dimostrato dall'uso interno della robbia tintoria, mediante il quale le ossa delle colombe non maggiori di 14 giorni diventano in poche settimane affatto rosse. Purtuttavia, malgrado che il colore si mostri diffuso per tutto l'osso, esso apparisce sempre più intenso alla superficie (Morand, Duha-

mel). Se poi l'uso di quella sostanza sia interrotto e ripreso dopo alcun tempo, si rivelano le tracce del primo coloramento distinte da quelle dell' ultimo, quasi che si fosse operato a strati (Flourens); la qualcosa non è però dimostrata ancora con piena certezza.

311. *Generazione cellulare*. Se si dovesse ammettere per indubbio quel ch'è tuttavia molto probabile, cioè che l'incremento proceda nella stessa guisa con cui si opera la primitiva genesi degli organi, si dovrebbe ricorrere alla teorica cellulare (Schwann). La cellula, elemento primigenio della organizzazione, primo prodotto della materia formativa del blastema o cytoblastema, si distingue pel suo nucleo o cytoblasta, che spesse volte è primitivo. I corpuscoli del sangue, della linfa, del chilo sono cellule semplici libere, non mai aderenti, ma soltanto contigue. Nell' epitelio delle membrane si trovano applicate l'una presso l'altra, con tanta coerenza di congiungimento da rappresentare strati a pezzi esagoni, come per es. nella mucosa orale, vescicale, ecc., che prendono il nome di epitelio pavimentoso, ovvero strati a pezzi conici come è quello della mucosa intestinale, detto perciò epitelio cilindrico cellulare (fig. 13, *a b*). Inoltre le cellule dell' epitelio cilindrico delle mucose respiratorie, delle mucose genitali interne, etc., sono fornite in su la loro base di cigli vibratili (*c d*). Ogni cellula sembra avere il proprio processo genetico regolare e indipendente. Fra gli animali inferiori sembrano darsi cellule dotate di vita specifica, come sarebbe nelle gregarine, nelle idre ecc. (Kölliker, Vogt, Ecker ec.) le quali sono un' apparenza ignota agli animali di classi più alte.

fig. 13



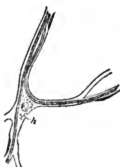
Tutti gli organi nello stato primigenio sono costrutti di siffatte cellule (Schwann); le quali mentre in varie guise si accrescono ed ingrossano, danno poi nascimento alle differenti parti elementari del corpo. Il crescere delle cellule non è accompagnato in alcuni organi da verun benchè minimo cambiamento, come per esempio si vede negli epitelj; ma in altri si formano cellule entro cellule per una generazione endogenetica, limitata però a

poche generazioni come si osserva nelle cartilagini (fig. 7). In altre succede la trasformazione in fibre le quali più o meno lascia-

fig. 14



fig. 15



no scorgere la primitiva natura cellulare, come si scopre nei peli, nei muscoli (fig. 14), nei nervi (fig. 15), nelle membrane ecc. Anche nelle produzioni patologiche appaiono cellule o in forma semplice o in istato di trasformazione fibrosa.

* Di più, per la genesi delle reti vascolari del sistema capilla-

fig. 16



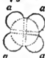
re, le pareti delle cellule da più punti si allungano in canaletti che partono dai loro corpi a guisa dei raggi di una stella, *trasformazione stellata* (fig. 16, *e e*) ed i quali reciprocamente s'incontrano e s'inosculano. Ancora, tutte le cellule di una serie possono aprirsi le une nelle altre, l'ultima restando a fondo chiuso e la prima aprendosi all'esterno (fig. 17 *a b c*);

fig. 17



e così generansi le glandole ad utricoli. Ovvero, le cellule posson disporsi a gruppi simiglianti a grappoli di uva (fig. 18, *a a a a*), ed i segmenti centrali

fig. 18



venir riassorbiti in guisa da non rimanere che i segmenti periferici, e così le cellule costituenti un grappolo aprirsi tutte in una sola cavità, *trasformazione racemosa* *.

312. *d.* Gli esperimenti istituiti sopra animali affamati da Haller, Blundell, Piorry, Chossat, Boussingault, Marchand ed altri, insegnarono quanto sia in essi ragguardevole la diminuzione del sangue, la quale dalle più esatte osservazioni di

Chossat si calcola al 75 0/0 di perdita della sua normale quantità, essendo quelle del grasso 93, della milza 71, del pancreas 64, del fegato 52, del cuore 44, degli intestini e muscoli esterni 43, dello stomaco 39, della faringe ed esofago 34, della cute 33, dei reni 31, degli organi respiratorj 23, delle ossa 16, degli occhi 10, del sistema nerveo 1 per cento. Il sorprendente fenomeno, che negli animali affamati il sistema nervoso perde sì poco in sostanza, non è prova necessaria che in esso sia insignificante il ricambio del materiale, ma può essere con gran verisimiglianza spiegato dalla di lui proprietà di trarre dal sangue mezzi di riparazione superiori ad ogni altro organo, per guisa che la sua integrità si sostenga finchè non sia consunta la massima parte dell'adipe e del sangue. Sottraendo dal corpo il nutrimento, succede la morte nei mammiferi allorchè è consumato da 1/3 sino a 2/3 del peso del corpo, (Chossat). Dietro questo calcolo un' uomo adulto di 130 libbre di peso morirebbe quando ne ha perduto da 46 a 52.

Un mammifero perde giornalmente 1/25 circa del suo peso sotto il digiuno (Chossat); applicando questo fatto all'uomo, egli dovrebbe perdere 5 libbre per giorno, e morire dopo 9-10 giorni: la qualcosa è conforme alle antiche opinioni (Dante).

313. *e*. Nell'utero gravido aumentano le fibre muscolari e la copia del sangue.

314. *Decomposizione*. Se è vero che gli organi si rinnovano del continuo pel ministero del sangue, è naturale e necessario che abbia luogo un regresso nel sangue medesimo delle sostanze consumate e ridisciolte.

315. Negli animali e negli uomini affamati seguono a separarsi orine, e ad espirarsi acido carbonico. Secondo Lassaigne l'orina di un demente che rimase digiuno per 14 giorni conteneva urea. Lehmann e Frerichs trovarono urea nella propria orina malgrado che avessero usato di un nutrimento del tutto privo di azoto; lo che fu notato anche da Marchand negli animali. Gli anfibj separano acido urico ancora dopo diversi mesi di astinenza (G. Müller).

Da ciò si deduce che la escrezione dell'urea, degli acido urico

e carbonico, derivi da decomposizione non già degli alimenti, ma sì delle parti stesse del corpo, compresovi il sangue. La quantità dello scomponimento, rispetto all'urea, rimane negli animati affamati sensibilmente uguale. Frerichs vide, che un cane affamato, al 3.° giorno evacuava grammi 3,22 d'urea, nel 4.° 3,80, nel 5.° 3,23; e sotto un cibo non azotato 3,32 a 3,36. Durante un sì fatto alimento non azotato l'orina conteneva in Lehmann e Frerichs grammi 15 — 16, 10 d'urea, pari ad una quantità di azoto di grammi 7 a 7,5 (grani 114, 8 a 123, od a conto rotondo, due dramme). Fatto con Frerichs un computo per le altre escrezioni, come sono acido urico, materia estrattiva, bile, muco, epidermide, peli, unghie, di altri 2 fino a 2,5 di azoto, si perviene ad avere la perdita totale di questa sostanza in grammi 9,10, corrispondente a quanto ne contengono 60 a 66 di albumina.

316. Non è ancora deciso, se dalle parti costituenti del sangue le quali non hanno servito alla fabbrica degli organi, s'ingenerino materie destinate ad essere espulse, o veramente se tutto il sangue debba primitivamente essere impiegato alla formazione degli organi stessi. La prima di queste opinioni è fatta probabile dai dati seguenti. *a*) Alcuni uomini godono salute fiorente, e grande robustezza di corpo, a malgrado che adoprino una quantità estremamente piccola di sostanze azotate; *b*) l'abitudine rende tollerabile un ragguardevole cangiamento quantativo; *c*) colla dieta animale si evacua maggior copia di urea che colla dieta animale e vegetabile unito, e con questa dieta mista una quantità maggiore che colla semplice vegetabile; e con quest'ultima più che coll'uso di cibi affatto deficienti di principj azotici. Non è per tanto credibile, che i movimenti dai quali dipendono la decomposizione e l'assimilazione sieno sottoposti a tante eventualità e modificazioni.

317. *Teorica sopra il processo chimico del nutrimento.* — Liebig e Dumas hanno avanzato l'opinione, che i cibi azotati passino immutati essenzialmente nel sangue, i componenti azotati del quale si decompongano, sieno riportati fuori del corpo per mezzo dell'orina sotto forma d'urea, e di acido urico ed ippurico, e

per mezzo dei tessuti epidermici; che per l'opposto le sostanze non azotate si convertano in acido carbonico, e però Liebig denomina queste ultime, sostanze respiratorie. Questa teorica non si può tuttavia dimostrare, perchè esiste la possibilità della formazione di sostanze azotate dalle non azotate, e viceversa. E siccome gli acidi azotati che si trovano nella bile (N. 62) possono cangiarsi per mezzo dell'arte in un corpo azotato, ed in uno privo di azoto, e siccome l'acido benzoico non azotato si converte nel corpo in acido ippurico che è azotato, così è possibile che nell'organismo sano abbiano pur luogo analoghi convertimenti.

318. *Scelta dell'alimento.*—Alla conservazione del corpo non è indifferente questo o quell'alimento. È provato dalle esperienze, che gli animali, i quali fanno uso di sole sostanze azotate o di sole sostanze prive di azoto, non possono continuare la vita. I cani nutriti col solo zucchero si mantenevano svelti nella prima settimana, nè mostravano risentirsi di quell' alimento; nella seconda settimana dimagravano, e perdevano la loro sveltezza, sebbene mangiassero ancora. I fenomeni della stanchezza e del dimagramento crescevano nella terza settimana, e con essi mancava l'appetito, si generavano ulcere sulla cornea, e la morte succedeva in 30-40 giorni. Dopo la morte si trovava sparito tutto l'adipe, ed i muscoli scemati di 5/6 del loro peso ordinario; la cistifellea e la vescica piene, l'urina dava come negli erbivori reazione alcalina, ed era scevra di acido urico nonchè di sali fosforici (Magendie). Morirono del pari i cani alimentati soltanto di olio d'oliva, ma senza che in loro apparissero ulcere della cornea, egualmente che suole avvenire quando sono cibati di gomma o di burro (Magendie). Morirono inoltre gli animali nutriti di sola albumina o côlla (Tiedemann, Gmelin, Magendie); e tutti ebbero sì fatto fine entro i termini di tempo in cui sarebbero morti se fossero rimasti privi di nutrimento. La sperienza dimostra ad ognuno, che di gran lunga meglio conferisce un sufficiente alimento, a cui nulla manchi di quelle sostanze che compongono il corpo, che un altro il quale in queste non possa cangiarsi.

Per converso, un alimento che contenga una piccola quantità di sostanza azotata conserva meglio la vita, che non una mag-

giore quantità di alimento privo di azoto. Infatti i cani vivono per mesi interi mangiando soltanto patate, quantunque sia pochissimo l'azoto ch' esse contengono (Boussingault), ovvero soltanto del grasso che stia ancora racchiuso nelle proprie cellule (Magendie).

319. Quanto al valore degli accennati esperimenti, si possono fare altre considerazioni.

a) È rimarchevole, che gli animali alimentati di solo zucchero rimangono per una settimana vispi ed apparentemente sani.

b) Le ripetute esperienze hanno dimostrato, che un cibo uniforme in cui non sieno rappresentate le singole materie dell'organismo è nocivo. Il medico inglese W. Stark si alimentò per 45 giorni continui solo di pane ed acqua, di pane soltanto 20 once nei primi 12 giorni, 30 once nei successivi 25, 38 negli ultimi 8, e perdette di conseguenza otto libbre di peso. Poscia per quattro settimane si cibò di pane e zucchero: in seguito per altre tre settimane di pane ed olio d'oliva. Dopo otto mesi morì (C.F. Burdach). I conigli nutriti per un giorno di patate, per un altro di orzo, vissero e prosperarono; cibati sempre di una sola di quelle sostanze morirono; più presto però colle patate che coll' orzo (E.Burdach). La ragione si è, che in un alimento uniforme mancano alcune sostanze, di cui il corpo non può rimaner privo per la sua conservazione. Magendie per altro trovò, che un gallo prosperava colla sola alimentazione del riso. Anche molti animali inferiori usano un alimento uniforme.

c) Merita pure speciale riguardo la presenza di sostanze inorganiche nei singoli cibi.

320. * L'alimento sufficiente deve contenere nelle proporzioni che convengono alla produzione del sangue le materie inorganiche, e segnatamente il ferro, il sal da cucina e la terra delle ossa, che sono gli indispensabili mediatori delle organiche assimilazioni. Or la chimica analitica dimostra, che i varii alimenti degli erbivori e dei carnivori contengono appunto queste materie nelle stesse proporzioni del sangue.

Le sperienze di Boussingault han dimostrato, che l'aggiunzione del sale da cucina al foraggio non aumenta ma migliora la nu-

trizione e l'aspetto degli animali; giacchè dopo un mese il pelame acquista un bel lustro, e la pelle è di morbido tatto, dovechè altri, nutriti dello stesso foraggio privo di sale, cominciano a mostrare pelo matto e ruvido: dopo un anno i primi sono più forti e vivaci, e gli altri senza energia *.

Secondo Chossat le colombe che furono depauperate della calce cessarono di vivere dopo 7-8 mesi, intantochè si determinavano diarree, e la sostanza ossea si assottigliava sì fattamente da rompersi agevolmente le membra. Però in una esperienza, fatta nella adunanza fisiologica della città di Bonn dal signor Neuburger, fu osservato che le diarree mancavano, qualora gli animali avessero fatto uso di acqua distillata priva di calce, forse perchè ne avevano bevuto minor dose: bensì le ossa eransi fatte sottili, e la morte non era avvenuta ancora dopo nove mesi.

* L' analisi chimica delle ossa scavate in Pompei dimostra la identità di composizione e di proporzione delle loro materie inorganiche colle ossa delle attuali generazioni di uomini; e però l'alimento degli antichi romani si componeva degli stessi principii che il nostro (Delle Chiaje, Lehmann).

L' uso esclusivo di sostanze terrose non può naturalmente essere nutritivo. I mangia-terra dell' Orenoco e della Nuova Scozia mescolano sostanze organiche colle terrose per saziare la loro fame col materiale riempimento dello stomaco.

* 321. La scelta dell'alimento è determinata negli animali da una infallibile legge d'istinto, quella cioè di prendere insieme le materie alimentari azotate, le non azotate e le inorganiche appunto nelle proporzioni necessarie a mantenere la integrità del corpo, e ad avere così un fondo per lo sviluppo delle di loro forze (N. 22.). Lievi movimenti nelle proporzioni stabilite dalla legge naturale possono influire da una parte sullo stato di nutrizione dell'apparecchio locomotore e quindi sullo sviluppo delle forze muscolari, e dall' altra sull' accumulo del grasso; ma l'alterarle oltre certi limiti arrecherebbe più o men grave pericolo all'integrità organica del corpo, ed allo sviluppo delle di lui attività.

Nutrimento per gli animali addetti al lavoro. L'uomo su quat-

tro parti di materie non azotate prende una parte di materie plastiche. La forza è in ragione delle masse musculari, la nutrizione dei musculi aumenta o scema in ragione delle materie plastiche del sangue e quindi dell' alimento. Per questo effetto la carne è superiore al pane, il pane di frumento a quello di segala, e questo al riso ed alle patate.

Un cavallo addetto al lavoro consuma al giorno 2 1/4 chilogrammo di biada, e 7 di fieno: se esso fosse nutrito con patate, che contengono minor quantità di materia azotata, non potrebbe spiegare la medesima quantità di forza. La quantità di lavoro, che un animale è in grado di eseguire, l'è in ragione delle parti plastiche contenute nel suo alimento (Boussingault, Liebig).

Razione d' ingrasso. La quantità del grasso che si depone nelle cellule adipifere è in ragione delle materie non azotate degli alimenti (N. 22); però le materie non azotate devono esser unite alle plastiche nella razione d' ingrasso. Risulta dalle sperienze, che l'aumento del peso degli animali posti ad ingrasso, vacca, porco, montone, etc., è in ragione della quantità delle materie azotate prese colle materie non azotate (Boussingault). Un porco nutrito con sole patate non ingrassa, ma se a queste si unisce il mais, la farina di segala, etc., il suo peso non tarderà ad aumentare.

L'economia animale ha il potere di trasformare l'amido ed il zucchero in grasso, ed il grasso in zucchero. Sembra, che questo duplice potere risegga nel fegato*.

322. *Endosmosi.* — Mettendo nello stesso recipiente due sostanze fluide atte a mescolarsi fra loro, per esempio due soluzioni di sali diversi, od anche acqua salata ed acqua pura, separate però l'una dall'altra da una membrana o da un corpo poroso qualunque, si effettuirà la mescolanza reciproca a traverso il detto corpo o membrana. A questo fatto si diede il nome di *endosmosi.* Collocando, per esempio, in un cilindro chiuso in basso, e ripieno fino a certa altezza di acqua distillata, un secondo cilindro il cui fondo è sostituito da una membrana, ed il quale contenga soluzione concentrata di sal marino, l' acqua salata perde la sua concentrazione, e l'acqua distillata si fa per lo contrario sa-

lina. Se in luogo d' acqua distillata si metta fuori una soluzione di muriato d'ossido di ferro, e invece d'acqua salata dentro si ponga una soluzione di cianuro di ferro potassico, fluidi dotati ambidue d'un color giallo, si vedranno entrambi farsi cerulei per passaggiò reciproco e per seguita mescolanza.

Lo stesso fenomeno deve aver luogo altresì fra i liquidi del ventricolo ed il sangue che corre nei vasi serpeggianti per esso; di cui le pareti permeabili rappresentano appunto il tramezzo divisorio. Lo stesso dicasi rispetto agl' intestini ed agli altri organi tutti.

I fenomeni dell' endosmosi variano assai secondo la qualità e concentrazione dei fluidi adoperati nel miscuglio, secondo la spessezza e struttura del tramezzo, secondo la forza di pressione che agisce sovr'essi, secondo la temperatura ed altre cotali circostanze. I fatti che trovano applicazione all' organismo animale sono ancora poco numerosi. Quanto più la membrana è tesa e sottile, tanto più facilmente si compie la mescolanza; e quanto più omologhe sono le due sostanze tanto essa è più debole. Se una sia soluzione di sali o di materie organiche, l'altra sia acqua pura, andrà maggiore copia di questa in quella, che viceversa. Il caso degli acidi è per l'opposto contrario. La soluzione del sale di Glauber passa nell' acqua con maggiore lentezza, che quella del sale di cucina, o dello zucchero, o dell'alcool. Quanto il liquido è più concentrato, tanto più difficile è il passaggio a traverso della parete.

Anche nel corpo vivente si possono scorgere i fenomeni di endosmosi. Si tocchi, per esempio, una faccia della membrana natatoria di una rana, o la cute, con una soluzione di cianuro di ferro potassico; e dopo alcuni minuti si tocchi la parte corrispondente dell' opposta faccia cutanea con una soluzione di muriato d' ossido di ferro; e' si avrà una macchia cerulea, colla stessa rapidità con cui si ottiene il fenomeno in una rana morta.

* Tutti gli umori animali, come più densi ed aventi colle membrane maggiore affinità, determinano una energica endosmosi relativamente all' acqua pura, la quale penetra in quelli sollecitamente a traverso le membrane cellulari e vascolari che li contengono. Tra gli umori quelli che dan luogo ad una endosmosi

più intensa sono gli albuminosi, i salsi e di reazione alcalina. Tale appunto è il contenuto della massima parte delle cellule dell'organismo, tali sono il sangue la linfa ed il chilo.

Quando il liquido più denso è in movimento, il fenomeno dell'endosmosi è più energico, dappoichè alle prime porzioni di liquido che hanno già esercitato il loro potere succedono le nuove. Questo si è il caso dell'umore contenuto nelle cellule, e del sangue della linfa e del chilo che sono in movimento nei tubi vascolari.

E per la direzione, la più favorevole a traverso la cute è in generale dalla faccia interna alla esterna; mentre nel tubo alimentare è all' inverso, sebbene varii secondo i liquidi. In generale, massima è sempre la rapidità con cui un liquido attraversa per endosmosi una membrana abbastanza spessa.

Coi *gas* accadono nel sangue e nei tessuti fenomeni analoghi all' imbizione ed all' assorbimento dei liquidi ; ma le leggi dell' assorbimento ed endosmosi dei gas, in quanto all' influenza della varia densità loro, e della natura e posizione delle membrane, non sono state ancora determinate. Se il pulmone si riempia di gas acido carbonico, e s' immerga in un' atmosfera di gas ossigene, succederà a traverso il suo tessuto un ricambio di gas. Lo stato di umidità del tessuto influisce su questo fenomeno. (Matteucci).

323. *a*). Intorno all'influenza del sistema nerveo sulla nutrizione si parlerà nel 3.° libro.

c) LIQUIDI SECREGATI.

324. *Scomposizione.* — La conseguenza necessaria del rinnovamento delle parti si è, come fu già avvertito , una dissoluzione parziale di materie decomposte, non limitata al solo organo, preso in senso ristretto, ma estesa anche al sangue. Però non è noto finora cosa proceda dal sangue e dagli organi di fluidi decomposti, sulla cui origine in generale non si sa nulla.

325. *Secrezioni ed escrezioni.* — Dalla massima parte delle glandole scaturiscono, per mezzo di canaletti escretori, certi fluidi che costituiscono le secrezioni e le escrezioni. A questi fluidi

appartengono l' orina, il sudore, le lagrime, la saliva, ecc. Che essi risultino soltanto di particelle più solubili delle glandole, o sieno prodotti di altre parti organiche decomposte, o sieno nuove produzioni del sangue, ciò non è ancora chiarito dalla esperienza. Solamente, rispetto all'urea dell'orina, si sa che preesiste nel sangue.

326. *Riassorbimento.* — I fluidi che si presentano nel corpo fuori dei vasi sanguigni e linfatici, e fuori de'canali e condotti escretori entro gli organi di secrezione, nello stomaco, nel tenue intestino e somiglianti, possono essere ricondotti dagli stessi canaletti escretori nel sangue, se il tragitto siane ostruito. Il processo pel quale i liquidi entrano nuovamente nel sangue, chiamasi *riassorbimento.*

327. Nello stato normale il contenuto degl'intestini è assorbito da'vasi chiliferi; scompajono in oltre la glandola timo, i denti da latte, l'orlo alveolare a età avanzata, per assorbimento; ed i prodotti degli organi decomposti rientrano nel sangue. Nello stato patologico gli esempj diventano più numerosi. Nella ostruzione del dutto coledoco la materia colorante della bile è riportata nel sangue, e tinge in giallo la cute e le altre parti del corpo. I tumori, le ossa ammalate, ecc., sono assorbite : in una parola, l'assorbimento si collega con ogni atto della vita.

328. Nell' assorbimento il corpo non presceglie con tendenza istintiva ciò che gli è confacente, ma si appropria tutto ciò che le pareti dei proprj vasi sono in grado d'accogliere. Anche le sostanze non nutritive sono portate nel sangue, compresi i veleni. Credevasi un tempo che i veleni di azione rapida uccidessero per diretta influenza sul sistema nervoso ; ma fu riconosciuto dipoi che la loro azione mortifera si rivela soltanto allorchè sono trasportati nel sangue. Si prenda, a cagion d'esempio, una gamba di cane che stia in continuità col tronco soltanto mediante il ramo nervoso, e la si immerga in una soluzione concentrata di stricnina; non si avranno allora indizj di avvelenamento. Si taglino invece in un'altra tutte le ramificazioni nervose , lasciando intatti i soli vasi, si faccia la stessa immersione ; e si avrà l'avvelenamento precisamente come se l'animale non avesse sofferta lesione alcuna.

329. L'assorbimento si opera per mezzo dei linfatici, delle vene e dei capillari.

330. *Assorbimento per i vasi linfatici.* — Che i linfatici, considerati dopo la scoperta che ne fece l'Aselli nel 1626 pei soli visceri, assorbano veramente, è cosa provata dal chilo che penetra nei vasi chiliferi. Ma è provato altresì che certe sostanze facili a rivelarsi, come il cianuro di ferro potassico, si rinvengono assorbite alcun tempo dopo la legatura dei vasi sanguigni. Però questo assorbimento linfatico ha la proprietà di non estendersi a tutte le sostanze, e di durare più a lungo di quello de'vasi sanguigni. I linfatici non assorbono per ordinario le sostanze venefiche. Introducendo, dopo legati i vasi, nella ferita fatta in una gamba di rana un po'di stricnina, non ne conseguita generalmente la morte dell'animale (Emmert, Henle, Behr). Allacciando in una coscia di rana le vene, e facendo una ferita cutanea all'articolazione del piede, instillatavi dentro una goccia o due di nitrato di stricnina disciolto, non si vede indizio alcuno di avvelenamento. Fatta la stessa operazione nell'altro membro, senza avervi allacciate le vene, dopo cinque minuti succede il tetano più manifesto. Anche le materie coloranti non sono assorbite dai linfatici; ma introdotte nello stomaco si rinvengono poi nelle orine, senza che i linfatici ne offrano traccia.

331. *Assorbimento per le vene.*—Che le vene assorbano, è stato specialmente provato da Magendie, e da Panizza. Fatta scorrere una carta da giuoco sotto la giugulare d'un animale, preparata con diligenza e staccata dalla cellulosa vicina; stillate dipoi sopra la vena un paio di gocce di stricnina, l'avvelenamento ha luogo rapidamente, ma può essere interrotto mediante sollecita allacciatura del vaso (Magendie). Amputando la coscia ad un animale, avendo cura di risparmiare e preparare esattamente l'arteria e le vene crurali, per modo che esse sole formino il mezzo di unione dei due pezzi del membro, si ottiene pronto avvelenamento, sempre che s'introduca il veleno per una ferita fatta nel piede (Magendie). Se ad un animale di recente pasciuto, ed a cui siano messi a nudo i linfatici degl' intestini, ed indi recisi, sia introdotto un veleno nell' intestino stesso, l' avvelenamento è sollecito (Magendie). Se sopra un cavallo un'ansa d'intestino

di 10 pollici, la quale non riceva che una arteria ed una vena, si comprenda tra due legature, e recidasi la branca venosa al di sotto di un' allacciatura; indi s' inietti nell' ansa per tubo di latta immesso in una incisione una dose di acido idrocianico concentrato, ed il tubo si otturi; raccogliendo il sangue reduce dalla vena si troverà carico del veleno, e l'animale non soffrirà l'azione di questo per mezzo dei chiliferi. Ma se questi si recidano, e la vena si lasci intatta e solamente si comprima, l'avvelenamento non si manifesterà sinchè la compressione impedirà il trasporto dell' acido idrocianico iniettato; ma tolta la compressione, il cavallo dopo poco muore (Panizza). E se per l'opposto si lascino intatti i linfatici, ed in loro vece s' allaccino i vasi sanguigni, l' effetto non ne consegue neppure molte ore dopo (Segalas). Allacciato il condotto toracico, i veleni penetrano tuttavia ed agiscono (Brodie, Magendie, Mayer). Iniettando l' idrocianato di potassa nei polmoni, ovvero facendo ad un animale respirare i vapori di iodo, li si discuopre prima nel cuore destro, poi nel sinistro (Mayer, Panizza).

332. *Assorbimento pe'capillari.* — Che i capillari assorbano, non è dubbio alcuno, perchè tutto il processo della nutrizione si adempie mediante il passaggio del plasma sanguigno a traverso le loro pareti.

333. *Passaggio de' linfatici nelle vene.* — Non si è rinvenuto se non eccezionalmente nell'uomo e nei mammiferi un passaggio diretto de'linfatici nelle vene, oltre a quello del condotto toracico, quantunque esista presso altri animali vertebrati (Fohmann, Panizza).

334. *Rete chiusa de'linfatici* — I linfatici formano reti chiuse, nè finiscono forse mai con aperte boccucce (Panizza): l' idea degli orificj liberi dei chiliferi nei villi intestinali, sostenuta da Lieberkuhn Cruiskank ed altri, è derivata dall' avere scambiato per aperture i nuclei dell'epitelio a cilindri stratificato sugli intestini; ed oggidì non havvi più alcuno che la sostenga.

335. *Linfa* — La linfa dei linfatici delle estremità è un fluido sottile, chiaro, trasparente, giallo da paglia, nella milza invece rossigno, di un sapore salato, di reazione alcalina, e coagu-

labile. Il coagulo è costituito da fibrina e da globuli linfatici, da nuclei di cellule, da goccioline di grasso, e spesso anche da corpuscoli sanguigni. I globuli linfatici sono corpicciuoli grandi 1/250 fino ad 1/400 di linea, pellucidi, spesse volte senza nuclei, quasi immutabili nell'acqua, mutabili coll'acido acetico che discuopre in essi uno o più nuclei.

336. *Suoi componenti chimici* — I componenti chimici della linfa sopra 1000 parti sono i seguenti — Acqua 969, 26; fibrina 5, 20; albumina 4, 34; materia estrattiva 3, 12; grasso 2, 64; sali 15, 4 (Marchand).

337. *Escrezioni e secrezioni* — I fluidi che escono dalle glandole e dalle membrane, o sono portati fuori del corpo, come per esempio il prodotto dei reni, della cute, e di molte mucose, nonchè quello delle parti generative; ovvero sono trasferiti in altre cavità del corpo stesso a cui sono pertinenti, come la saliva, le lacrime, l'umore pancreatico, la bile; o finalmente sono riportati nel sangue, come è il caso degli umori secregati dalle sierose, ed il grasso delle cellule adipose.

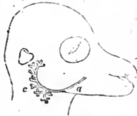
338. *Organi delle secrezioni* — Gli organi delle secrezioni sono, secondo G. Müller—1. Cellule; tali sono le cellule Graafiane, in cui si formano gli uovicini, (fig. 19 *a a d*), e le adipose che contengono il grasso. 2. Membrane; a queste appartengono: *a*) le tuniche sierose, le sinoviali, le borse mucose, e le sierose viscerali: la loro secrezione durante la vita è scarsa, e serve soltanto a lubricare la membrana ed a guarentirla dalle aderenze — *b*) la cute esterna — *c*) le mucose che separano il muco; e questo ha la proprietà di gonfiarsi nell'acqua senza disciogliersi; e la sostanza solubile contenuta in esso costituisce inoltre quel componente del pus che, secondo Güeterbock, è la piina. 3. Glandole: le sole glandole che servono alla secrezione sono quelle fornite di condotto escretorio. Alle altre appartengono le linfatiche, risultanti di vasi linfatici aggomitolati in varie fogge, e le glan-

fig. 19



dole sanguigne, come la milza, la tiroidea, le capsule surrenali, il timo e la placenta. — Le glandole a condotto escretore, ravvisate nella forma loro più semplice, sono pretti insaccamenti della membrana, come alcune glandolette mucose. Però questi insaccamenti non rimangono sempre nello stesso grado di semplicità, ma si ramificano ed ingrossano, formano grappoli, comunicanti fra loro, costituendo così le glandole acinose (fig. 20 *a c*), come sono le salivali, (fig. 21 che rappresenta i grappoli *a a* già formati, coi rispettivi loro canaletti escretori); o compongono dei cilindretti canaliformi, come, per esempio, il rene, il testicolo (Delle Chiaje) e somiglianti.

fig. 20



339. *Apparato di secrezione delle glandole. Enchyma.* — In molti organi secretorj si riscontrano alcune parti speciali, che possono considerarsi i veri apparati a cui è affidata la secrezione. Del qual genere sono le formazioni cellulari apparenti nella interna faccia delle membrane glandulose, e che Purkinje ha nominato *Enchyma*. Queste cellule si considerano atte ad esercitare una attrazione ed una attività trasformatrice (metabolica) sopra il plasma sanguigno che le irrora.

fig. 21



340. *Secrezione libera senza apparati particolari* — Però non per tutte le secrezioni si presentano sì fatti apparecchi speciali, e fra queste le membrane sierose. Lo stesso sudore ed il grasso stillano in parte soltanto per trasudamento a traverso la cute. Ma la più sorprendente è la secrezione del pus, che può aver luogo senza la presenza di una cellula, o di una membrana.

341. *Modificazioni di alcune secrezioni*—Alcuni prodotti di secrezione si cangiano durante il loro tragitto, e specialmente fra questi lo sperma. In molti animali i filamenti spermatici ancora dentro il testicolo sono immobili, laddove nelle vescichette semi-

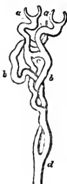
nali hanno movimento vivace. Nei mammiferi non s'incontrano neppure filamenti spermatici nel testicolo, e si rendono apparenti soltanto nell'epididimo. In altri umori di secrezione non si è trovato con certezza nulla di simile.

342. *Apparato escretore*—Il trasporto dell'umore secregato ha luogo principalmente per mezzo di contrazioni de'condotti escretori, già bene dimostrate dall'anatomia esser dovute ad una tunica formata di fibro-cellule muscolari; le quali contrazioni si possono eccitare anche per mezzo delle irritazioni portate sovr'essi dopo la morte dell'animale. Sul principio dei canali oriniferi dei reni si incontra nelle classi vertebrate (tutte?) un moto vibratorio ciliare (Bowman), che si rivela altresì nel rene delle lumache, e nei condotti biliferi dei molluschi (Purkinje e Valentin).

a) Secrezione dell' orina.

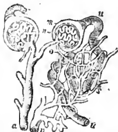
343. *Reni* — I reni, organi destinati a secregare l' orina, si possono considerare composti di due sistemi di vasi, cioè di condotti oriniferi, e di vasi sanguigni. I primi si riscontrano in tutti gli animali vertebrati, sempre che si sottoponga al microscopio un pezzetto di rene sottilmente inciso e lavato, e rappresentano tubolini, nel rene umano larghi da 1/60 ad 1/100 di linea (fig.22 *dbb*). Essi manifestano sotto una moderata pressione delle cellule molto analoghe alle epiteliali. Nella sostanza midollare del rene degli animali superiori decorrono paralleli e distesi, contigui l'uno all'altro, e più ristretti che nella sostanza corticale, ove tengono un cammino tortuoso, e vi sono più larghi e meno stipati. Secondo le osservazioni di Bowman, finiscono probabilmente colà in concavità cieche e rigonfie (*aa*) a modo di capsule intorno ai gomitoli dei capillari emulgenti (glomeruli). Nella sostanza midollare si anastomizzano fra loro in modo svariato (*c*), per aprirsi con orifizii liberi nelle papille renali. Le arterie dei reni corrono con rami distesi verso la so-

fig. 22



stanza midollare presso i tubolini pettinati, e giunti alla corticale compongono in mezzo ai canaletti oriniferi dei corpicciuoli visibili anche ad occhio nudo, come fossero tanti punti rossi, grandi un dodicesimo di linea, i quali furono denominati glomeruli o corpuscoli del Malpighi, perchè null'altra cosa sono se non gomitoli di picciolissime arterie (fig. 23 *n*). Questi corpuscoli od acini sono rivestiti delle capsule de'canaletti oriniferi (*m*), per guisa che ogni capsula ne ravvolge un solo (Bowman). Dall'acino sorte poi un ramicello arterioso (o), che si risolve in capillari (*ss*), da cui hanno principio le vene (*v*).

fig. 23



344. *Emissione dell'orina*—Intantochè i tubolini oriniferi preparano l'orina dal plasma sanguigno, e la ricevono, essa (probabilmente per effetto di un moto vibratorio nelle capsule e negli acini (Bowman), o forse anche per una speciale contrattilità dei tubolini oriniferi, e per la diretta pressione della piccola colonna soprastante) cola dalle molteplici aperture ristrette delle papille negli ampj calici pelvi ed ureteri, la di cui tunica muscolare è suscettibile di contrazione. Secondo Ludwig, i movimenti procedono dalla pelvi renale in basso, ed hanno un ritmo periodico.

345. Dietro osservazioni sui mostri con estraversione della parete posteriore della vescica, si apprese che l'orina distilla incessantemente, od almeno a pause brevissime: lo scolo si fa talora a piccolo getto, e non sempre contemporaneo ai due lati.

346. L'evacuazione dell'orina non si effettua con eguale frequenza nei diversi individui sopra eguali quantità di fluido contenuto in vescica. Nell'epoca della dentizione essa suole aver luogo con maggiore frequenza; e lo stesso succede negli adulti per effetto di abitudine.

347. Precede negli adulti alla evacuazione dell'orina un senso di fremito, che è forse l'effetto della pressione del fluido sullo

sfintere della vescica. Questo muscolo ed il pubo-uretrale si chiudono fortemente per influsso della volontà, finchè l' emissione non debba essere volontariamente intrapresa. Essa si effettua per opera della pressione dei muscoli addominali sugl' intestini, e per essi sull'alto fondo della vescica, nonchè per la contrazione propria di questo serbatoio.

348 *a*). Il movimento della vescica, può essere eccitato per mezzo d'irritazioni portate sul nervo gran simpatico, e singolarmente nei conigli alla regione della quinta e sesta vertebra lombare, come altresì nella porzione di midolla spinale corrispondente alle dette vertebre.

349. *Quantità dell'orina* — La quantità di orina evacuata in un giorno dipende; 1. dalla quantità dei liquidi bevuti, —2. dalla copia dei fluidi evacuati per altre vie, cioè per la via dei polmoni, della cute e degli intestini. Laonde essa varia indefinitamente. Lehmann trovava, queste differenze in 14 giorni variare fra 898 e 1448 grammi.

350. I componenti dell'orina sono organici ed inorganici. È singolare che fra i primi si trovino verosimilmente tutti i principj azotati, cioè urea, acido urico, acido ippurico (Liebig) e materia estrattiva (Scherer), sostanza all'apparenza identica con quell'ingrediente della carne muscolare che appellasi *creatina* (Pettenhofer, Liebig). L'acido lattico ammesso dianzi fra i componenti dell'orina, secondo l'opinione di Liebig, non si trova.

351. Fra le sostanze inorganiche si annoverano principalmente l'acido fosforico, solfati ed il muriato di soda. Vi si rinvengono altresì tracce di acido silicico, di fluoruro calcico, di ossido di ferro, e di protossido di manganese.

352. *Urea* — L'urea, facilmente solubile tanto nell'acqua calda che nella fredda, rimane del pari sempre sciolta nell' orina, ma senza farvi sedimento giammai nelle malattie. La si ottiene evaporando lentamente l'orina sino a consistenza di sciroppo, trattandola poscia con alcool, ed al liquore filtrato aggiungendo parte uguale di acqua con un po' di acido nitrico. Allora si depositano al fondo delle scagliette giallognole di nitrato d' urea, che, disciolte nuovamente, si cristallizzano. Il nitrato d'urea, ri-

disciolto nell'acqua e trattato col carbonato di barite, fa effervescenza, lascia precipitare il nitrato di barite, e così ne rimane sciolta nell'acqua l'urea. Filtrata la soluzione ed evaporata, indi trattata coll'alcool, si ottiene l'urea pura in aghi, e di rado in prismi. — Si può prepararla ancora artificialmente con una combinazione di acido idrocianico ed ammoniaca (Wöhler). Si produce altresì dalla decomposizione dell'acido urico, operata mediante l'acido nitrico (Wöhler e Liebig). Si trova, fuori dell'orina, nel liquore dell'amnios e nel corpo vitreo dell'occhio (Millon, Wöhler).

353. L'urea contiene 46,7 per cento d'azoto. In 1000 parti d'orina, secondo i dati offerti da Berzelius e Lehmann, vi sono da circa 30 parti d'urea, che riescono conseguentemente poco sensibili; se l'orina evacuata è copiosa, secondo Becquerel e Simon, 12 a 15. In un giorno a vitto ordinario si evacua una oncia d'urea, corrispondente a circa 220 grani d'azoto (Lehmann).

354. La quantità dell'urea, che si emette, cresce sempre che si faccia uso di solo cibo animale. Così Lehmann, usando per dodici giorni solo cibo animale, evacuò un'oncia e mezzo d'urea al giorno, mentre prima ne evacuava un'oncia soltanto; quantità corrispondente a 419 grani di azoto. Nei cibi ne stavano contenuti 494 grani. Segue da tutto ciò, che la maggior parte dell'azoto contenuta negli alimenti si espelle mediante l'orina. Anche sotto un moto più attivo, sotto le fatiche, come altresì dopo l'uso di alcuni alcaloidi, quale sarebbe la coffeina, si aumenta la copia dell'urea (Lehmann).

355. L'urea sciolta in molt'acqua si decompone dopo un certo tempo in carbonato di ammoniaca, composto per modo che potrebbe considerarsi formato di urea, più acqua. Questo sale esala un odore disgradevole, e fa effervescenza cogli acidi; fenomeni notoriamente proprj dell'orina lasciata in riposo per lungo tempo.

356. *Acido urico* — L'acido urico, quando è puro, si presenta sotto forma di una polvere bianca, che, riscaldata con poca quantità d'acido nitrico ed acqua, poi svaporata colla giunta di alcune gocce di ammoniaca, diventa purpurea. Esso abbisogna

di 1000 parti d'acqua per isciogliersi; ma unito agli alcali o ad alcuni sali, come sarebbe il fosfato di soda, diventa solubilissimo. Siccome quest'ultimo sale contiene a caldo maggiore quantità d'acido urico che non a freddo, così lascia spesso precipitare l'acido urico, o l' urato d' ammoniaca, formando quella polvere rossa che si deposita nell'orinale.

357. L'acido urico si presenta talora in certe malattie cristallizzato entro le orine in forma di prismi romboidali e di laminette rettangolari, generalmente allora colorito in giallo. Più frequente è la combinazione sua coll'ammoniaca.

358. Quest'acido contiene più del 33 per cento di azoto. Sotto un cibo ordinario Lehmann ne evacuò giornalmente più di 19 grani. Come l'urea, cresce anch'esso sotto l' alimentazione animale, e scema sotto la vegetabile, non mai però nelle stesse proporzioni di questa. Lehmann ne evacuò

	in urea	in acido urico
Dopo un pasto misto	532 grani	19,4 grani
Dopo un pasto esclusivamente animale.	872 »	24,1 »
Dopo un puro pasto vegetale . . .	368 »	16,7 »
Dopo un pasto affatto scevro di materie azotate	252 »	11,9 »

359. *Acido ippurico.* L'acido ippurico, che venne considerato finora come un componente dell' orina de' fanciulli soltanto, si trova, secondo Liebig, in tutte le orine. Si ottiene aggiungendo acido muriatico ed etere all'orina ridotta a consistenza di sciroppo. La soluzione nell'etere dell'acido ippurico e dell'urea rimane nello strato che si forma sopra il fluido. Si allontana l'urea con piccole quantità d'acqua fredda, perchè l'acido non è solubile che in 1000 parti. Svaporato l' etere, si depura il residuo col carbone.

360. *Acido lattico* — L'acido lattico, a cui veniva attribuita un tempo la reazione acida dell' orina, non si è potuto mai dimostrare in questo liquido; nè si lascia mai infatti scoprire con nessun reagente, sia che l'orina sia fresca, o putrescente , nella

quale la sua quantità dovrebbe essere aumentata; sia che si esplori colla barite, colla magnesia o coll'ossido di zinco (Liebig).

361. *Fosfati* — La proprietà del fosfato di soda di tenere disciolti gli acidi ippurico ed urico, è stata già sopra avvertita. Però, oltre a questo sale fosfatico, l'orina contiene sempre, benchè in piccole proporzioni, del fosfato di magnesia solubilissimo nell'acqua. Questo sale si combina coll'ammoniaca per formare un sale triplo insolubile, per lo più cristallizzato in ottaedri, che è il fosfato di ammoniaca magnesico. Quando nell' orina si forma ammoniaca, la qualcosa ha luogo sempre ch' essa è da lungo stantia (Vedi N.355), si vede tosto generarsi un intorbidamento, che in parte si mostra alla superficie sotto le sembianze di una pellicola, per esservi tenuto fermo dal muco, in parte precipita a foggia di sedimento. La pellicola dell'orina stantia dipende in parte dal fosfato di ammoniaca magnesico.

Si comprende di leggieri che la formazione di questi cristalli proviene dall' eccesso del fosfato di magnesia. Se questo sale esce nella massima sua quantità per le vie intestinali, i cristalli di fosfato d' ammoniaca magnesico si formano poco o nulla nell'orina, e sono abbondanti nell'intestino. Dipende quindi essenzialmente dalla rapidità dei moti intestinali la generazione di questi cristalli nell'orina, premesso però che esista l' altra condizione, cioè ch'essa sia divenuta ammoniacale. — Il fosfato di calce, o terra delle ossa, combinato con eccesso di un acido diverso, come è l'acido carbonico, è facilmente solubile nell'acqua, avvegnachè la terra delle ossa si può disciogliere negli acidi diluiti. Questo sale si trova nelle orine in forma di fosfato acido di calce. Ma tostochè per l'aggiungersi d'un qualunque alcali è neutralizzata l'esuberante acidità, precipita il fosfato calcareo neutro, ch'è insolubile. Laonde tutte le orine che hanno reazione alcalina son torbide senza che l'intorbidamento indichi un eccesso di fosfato calcareo. La pellicola testè descritta contiene del pari fosfato di calce in copia anzi molto maggiore che non sia il sale triplo.

362. *Solfati* — Nell'orina si rinvengono in maggior copia fosfati e solfati che non ne esistano nel sangue. Ora, siccome il

fosforo e lo zolfo sono i precipui componenti della fibrina, dell'albumina, della caseina, così può sospettarsi che, nell'atto in cui le dette sostanze si decompongono, si generino gli acidi fosforico e solforico, i quali contraendo combinazione chimica cogli alcali colla stessa celerità con cui l'urea si trasporta a'reni, vi si trasportino anch'essi, senza che rimanga traccia di loro nel sangue. Secondo Denis, 1000 parti di sangue contengono 0,7 di solfato di soda, ed altrettanto solfato di potassa. L'orina contiene, secondo Berzelius, 3,16 del primo, e 3,71 del secondo. Dietro le osservazioni di Lehmann, dopo un cibo misto si evacuano quotidianamente 115 grani di solfati alcalini, e dopo un cibo animale, come sarebbero le uova, diverrebbero 170 grani. Di sali fosforici, quali sarebbero i fosfati di soda e di calce, si trovano in 1000 parti di sangue secondo Denis, appena 0,52; dovechè l'orina ne possiede, al detto di Berzelius, 3,94, senza contare il bifosfato di ammoniaca, che giunge a 1,65. Infatti Lehmann evacuò giornalmente 75 grani di sali fosforici, e dopo un vitto animale 145,9 grani.

363. *Sal comune* — Varie sono le proporzioni del muriato di soda nelle orine, e dipendono essenzialmente dalla qualità dei cibi e delle bevande. Allorchè questo sale si combina all'urea, esso non cristallizza più in aghi e in prismi, ma sì in forme ottaedre. Una goccia di orina svaporata mostra perciò un gran numero di piccoli cristalli disposti in croce.

364. *Materie che passano nell' orina* — Dopo l' uso di sali tartrati, malati, citrati ed acetati l'orina diventa alcalina, perchè i loro acidi tramutandosi in acido carbonico, sono evacuati sotto forma di carbonati. Il iodio si converte nel corpo in acido idroiodico, ed è evacuato in istato di sale idriodato, lo zolfo in acido solforico e idrotionico combinati colla potassa (Wöhler); l'acido benzoico, sostanza inazotata, si trasforma nell' acido ippurico ch' è azotato (Ure); ed il cinnamomico nello stesso acido ippurico (Marchand).

365. Non si trovano mai nell' orina nè l' alcool, nè l' etere solforico, nè la canfora, nè il muschio (Wöhler), nè lo zucchero, quando il corpo è in istato di sanità. (Si avverta però ,

che i cani nutriti di solo zucchero lasciano scorgere assai spesso questa sostanza nelle loro orine).

366. *Materie che passano nell' orina*—Passano nell'orina tutti i sali medj e le materie coloranti, ad accezione del tornasole, della cocciniglia, del verdegiglio e dell'alkanna (Vöhler).

367. *Intervallo fra l' ingestione ed il passaggio delle sostanze nell'orina*—La durata fra l' ingestione delle sostanze e la loro comparsa nelle orine venne fissata da Stehberger nei termini seguenti: la robbia è l'indaco dopo 15 minuti, il reobarbaro e l'acido gallico dopo 20, la decozione di campeggio dopo 25, la sostanza colorante del mirtillo dopo 30, quella delle ciliegie nere dopo 45, l'idrocianato di potassa ferruginoso dopo 60. Westrumb già vi scoprì il rabarbaro, dopo soli 5 minuti da che era stato ingoiato.

368. *Differenza dell' orina ne' due sessi* — Rispetto al sesso si distingue l' orina maschile da quella della femmina, perchè quella contiene da 1/4 a 1/2 di più di urea, e maggior copia di acido urico e di sali (Lecanu e Becquerel). Questa differenza, d'altronde non sempre costante, deriva dalla proporzione de'componenti delle vivande.

369. *Alterazione dell' orina dopo gli sforzi* — Dopo fatiche corporali si accresce notabilmente la copia delle sostanze componenti l'orina, senza che si aumenti perciò la complessiva quantità dell'orina medesima (Lehmann, Simon). E questo aumento riguarda specialmente l' urèa, i sali solforici ed il fosfato di soda, dovechè rimane quasi affatto immutata la dose del fosfato di calce.

370. *Caratteri fisici dell'orina* — L'orina dà quasi sempre reazione acida; è trasparente, gialla, di gusto salino, e non contenente altri materiali microscopici se non cellule d'epitelio. Dopo l'uso di certe sostanze che contengono acidi vegetabili, diventa alcalina, torbida, sedimentosa, indipendentemente dalla precipitazione del fosfato calcareo (V. N. 339).

371. L'orina fresca e normale non contiene nè albumina, nè acido carbonico, nè s'intorbida sotto il calore, nè fa effervescenza cogli acidi.

372. *Urina potus, sanguinis, chyli.* — L'orina che si evacua dopo l'uso delle bevande è più chiara di quella che si depone più tardi, e contiene minor copia di sostanze solide *(urina potus)*. Quella del mattino, dopo essersi levati dal letto, è più colorita e più densa *(urina sanguinis)*. Fra questi due estremi sta l'orina che si espelle alcune ore dopo il pasto *(urina chyli)*.

373. *Quantità dell'acqua nell'orine* — Il peso specifico dell'orina è di 1,03 — In 1000, parti d'orina, 933 sono formate da acqua (Berzelius); laonde vengono espulse da 27 a 36 once di acqua ogni giorno, la metà dell'acqua che s'introduce col mezzo degli alimenti: perciocchè ragguagliando questi a 5 libbre, ne verrebbero introdotte 4 di acqua, pari ad once 64.

b) ESALAZIONE CUTANEA.

374. *Prodotti delle secrezioni delle cute* — La cute, considerata come organo secretorio, dà formazione a quattro diversi prodotti: epidermide, umor sebacico, sudore e vapori.

375. L'epidermide appartiene al tessuto corneo, *keratina*, a cui spettano del pari la cornea, le unghie, i capelli, le penne, le ossa di balena, le lamine della tartaruga. Questo tessuto si scioglie nella soluzione calda di potassa, con emissione di ammoniaca, essendo per converso quasi insolubile all'ordinaria temperatura nell'acqua, nell'alcool, nell'etere e negli acidi. Trattata la soluzione alcalina con aceto in buona dose, ne succede un precipitato, il quale dietro le analisi di Mulder non è altra cosa se non un biossido di proteina, cioè rappresenta i componenti della proteina soprassaturati di ossigeno. Essa è annerita dal nitrato d'argento. Contiene 17 0/0 di azoto, ed inoltre carbonio, idrogeno, ossigeno e zolfo (Mulder, Scherer). L'epidermide contiene perciò maggior quantità di azoto di tutte le sostanze azotate che compongono la massa del sangue; e pel suo mezzo il corpo si libera dal residuo di azoto che non può essere espulso dalla orina calcolando con ciò anche la porzione che viene allontanata mediante l'accrescimento dei peli e delle unghie.

L'analisi elementare dà i risultati seguenti (Mulder):

	Epidermide		Unghie		Capelli
C.	50, 28	—	51, 00	—	50, 65
H.	6, 76	—	6, 94	—	6, 36
N.	17, 21	—	17, 51	—	17, 14
O.	25, 01	—	21, 75	—	20, 85
S.	0, 71	—	2, 80	—	5, 00.

376. La libera superficie della cute, ossia il corpo papillare, è il luogo ove si fabbrica l'epidermide dalla massa semifluida che ricuopre il corio; e lo strato immediatamente sovrapposto al corio medesimo, che si conosce col nome di rete malpigliana, contiene le più giovani cellule epidermiche.

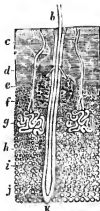
377. Le cellule della epidermide sono tenute congiunte strettamente fra loro da quella massa tenace (V. N. 304), per guisa che un fluido qualunque non può passare a traverso un pezzo di epidermide, neppure sotto una considerevole colonna di pressione (Delle Chiaie, Beclard, Krause), semprechè il fluido non intacchi il tessuto, come farebbe a mo'di esempio una soluzione di nitrato d'argento, od un acido. All'opposto tutt' i fluidi gasiformi la trapassano agevolmente, e l'acqua medesima quando è ridotta in vapore; nè ciò soltanto durante la vita, ma sì anche dopo morte. Una superficie d'epidermide, di 21,66 linee quadrate, trasudò, secondo Krause, in un giorno, da 0,95 a 2,5 grani di acqua.

378. Questa adesione mutua delle cellule epidermiche appartiene però soltanto agli strati inferiori; essendochè i superficiali, divenuti friabili per causa del disseccamento, si risolvono in piccole scagliette, massime nelle parti molto calde e pelose.

379. *Capelli* — Del resto può considerarsi l'epidermide come un gran sacco tutto chiuso, perchè, strettamente parlando, non si rinvengono mai veri pertugj per la sortita dei peli (Delle Chiaie). Ciascun pelo nasce in una specie d'avvallamento della

cute, che si chiama il *follicolo del pelo* (fig.24 *k*). Dal fondo del follicolo si genera un piccolo cono, ossia la polpa o radice del pelo, il quale cono o germe rimane rivestito della epidermide, che dopo aver tappezzato il follicolo vi si riflette sopra e lo abbraccia. Le cellule epidermiche del detto germe si cangiano in pelo; perchè lo strato più profondo addiviene midolla, il superficiale o corneo diventa la corteccia del pelo (Krause).

fig. 24



380. *Glandole cutanee* — Le sole glandole cutanee sudorifere traforano veramente l'epidermide coi loro duttolini escretori (*c*), i quali in sui loro orifizii si continuano collo strato epidermico più superficiale. A traverso le loro aperture possono in certo modo dall'esterno pervenire nel corpo delle sostanze liquide, quantunque assai di rado (Delle Chiaie, Krause).

381. *Assorbimento per mezzo della cute* — Indubitate osservazioni (Collard, Madden, Kuhnn) dimostrano che dietro un bagno, segnatamente freddo, il corpo è più pesante; che il corpo nudo esposto all' aria cresce parimenti di peso; che sostanze medicamentose, specialmente volatili, come sono le cantaridi, il senape, l'olio di trementina, sviluppano un'azione simile ad una filtrazione a traverso l'epidermide; e gli animali esposti ad un'atmosfera venefica perdono la vita ancorchè dessa non penetri nei polmoni. Da tutto ciò deriva la certezza, che, durante la vita, le sostanze volatili portate dall'esterno sulla cute possono penetrarvi dentro.

382. *Funzioni dell'epidermide*—Oltre allo essere un mezzo protettore, l'epidermide è un escreato, ed una membrana destinata ad un tempo a moderare l'evaporazione delle sostanze che stanno sotto di essa, e dentro di essa, come l'acqua del sangue.

383. *Umor sebacico* — Il sevo cutaneo è l'escreato delle glandolette sebaciche, allungate a grappolo (fig. 24 *e d*), tranne poche

eccezioni; si trovano esse di lato ai follicoli dei peli, in cui si aprono i loro condottini escretori. L' umor sebacico è un fluido oleoso, che pervenuto alla superficie cutanea, si addensa, assumendo un color giallo sporco. Esso contiene molte cellule epidermiche.

384. *Sudore* — Il sudore costituisce soltanto la parte fluida stillante della perspirazione cutanea, la quale è distinta perciò in vaporosa od *insensibile*, ed in liquida o *sensibile*.

385. *Glandole pel sudore* — Nella cellulosa sottocutanea, nascoste entro il grasso, stanno nicchiate delle glandulette canaliformi, che hanno 1/6 di linea di diametro, e terminano in un canaletto aggomitolato, il quale perfora la cute e l'epidermide, e si apre sulla superficie cutanea (fig. 24, *g c*). Queste glandolette si denominano *sudorifere*. Sebbene fossero già conosciute da Malpighi, pure furon dimenticate dagli anatomici, e più tardi riconosciute simultaneamente in Germania da Purkinje, ed in Francia da Breschet e Roussel de Vauzeme.

386. In un pollice quadrato di cute se ne trovano, secondo Krause, alla nuca, al dorso ed alle natiche 417; sulle guance 548, nelle gambe e sulla faccia interna delle cosce 576; alla loro faccia esterna 554; sul petto e bassoventre 1136; sulla fronte 1258; al collo 1303; nella superficie plantare del piede 2685. Calcolata la superficie cutanea a 15 piedi parigini quadrati, e computando 1000 glandole sudorifere ad ogni pollice quadrato di cute, ne risulterebbe la somma di circa 2,381 248 (Krause). La superficie perspiratoria di queste glandole si può ammettere in 7,896 pollici quadrati, stantechè il canaletto escretorio ha una estensione di 1/82 ad 1/65 di linea. Ma da una superficie di un pollice quadrato svapora in un minuto appena 0,1675 gr: di acqua a 35° C.; perciò dovrebbero portarsi alla superficie di tutti gli orificj delle glandole sudorifere a 35° C., in un minuto grani 1,3225, e in 24 ore grani 1904,5, ammesso che l' evaporazione della traspirazione cutanea succeda così sollecita com' è quella dell'acqua (Krause).

387. *Quantità del fluido perspirato* — Dietro le ricerche di Seguin, un uomo perde col mezzo della insensibile traspirazione

cutanea grani 10,465 ad ogni minuto, cioè in 24 ore once 31,3. Laonde le glandule sudorifere non darebbero tutta la massa del complessivo fluido perspiratorio (Krause).

388. *Sorgenti della perspirazione sensibile ed insensibile*—Siccome la perspirazione insensibile si produce dallo svaporamento de'liquidi,il quale si rende possibile a traverso della epidermide, così è mestieri ammettere, che almeno la più gran parte di questa perspirazione si operi per questa via, e che all' incontro le glandole sudorifere separino il vero sudore stillante (Krause).

389. *Reazioni* — Il sudore d' un uomo sano dà reazione neutra, ovvero acida, e ciò generalmente in tutte le parti del corpo. Il sudore puzzolente dei piedi di molti individui è parimenti assai volte acido.

390. *Parti costitutive* — Il sudore contiene in 1000 parti 986 di acqua, materia estrattiva, fosfato di calce e di soda,clorati di soda e d'ammoniaca, acidi acetico, lattico, lattato d'ammoniaca ed ossido di ferro (Thenard, Berzelius, Anselmino). Sta commisto al sudore generalmente del grasso, che si rileva col microscopio in forma di gocciolicine oleose.Il sudore puzzolente sembra contenere acido butirico.

391. *Aumento e diminuzione* — La copia della perspirazione cutanea dipende principalmente da tre cagioni: 1.° Dalla maggiore o minore tensione della cute; la quale è influita da cause in parte fisiche ed in parte organiche. Alle prime spetta innanzi tutto la temperatura dell'aria ambiente: quindi il calore dilata la cute e promuove la evaporazione. Alle seconde si riferisce la contrattilità delle fibro-cellule musculari cutanee determinata dal sistema nerveo; perlochè i patemi di animo deprimenti, i deliqui rilassano il sistema nervoso, e tolgono per conseguenza la normale resistenza che la cute oppone alla filtrazione dei fluidi. 2.° Dalla quantità dei liquidi portati nel sangue; così l'acqua injettata nelle vene accresce la traspirazione cutanea (Krause). — 3.° Dalla rapidità della vaporizzazione dei fluidi usciti; e perciò nell'aria umida la perspirazione diminuisce.

392. La perspirazione cutanea sta in rapporto colle altre evacuazioni acquose. Laonde se i reni ammettono molta acqua , la

cute si fa asciutta; se i polmoni sono piccoli od ammalati, la cute suda facilmente.

393. *Raffreddamento conseguente* — L'evaporazione del sudore ha per effetto un notevole abbassamento di temperatura della superficie cutanea. Siccome sotto un'alta temperatura esterna si determina molta effusione di sudore, così puossi reggere a conservare un grado elevato di calorico. Berger potè sostenere per ciò una temperatura atmosferica di quasi 88° R. per alcuni minuti senza molto disagio.

394. *Effetto dell'inattività cutanea* — La cute spalmata di vernice porta un decremento nella temperatura del corpo (Becquerel e Breschet).

395. *Respirazione della cute* — La cute traspira anche acido carbonico e gas azoto (Collard); ed è sotto questo rispetto da considerarsi un organo respiratorio.

LIBRO SECONDO

—

MOVIMENTO E SENSIBILITÀ

I. MOVIMENTO.

Nel corpo dei vertebrati si esercitano dei movimenti che sono signoreggiati dal sistema nervoso, ad altri che essendo apparentemente indipendenti da questo hanno preso il nome di moti elementari. Questi ultimi sono moti di vibrazione e quasi direbbesi di altalena, laddove gli altri sono vere contrazioni di fibre.

A. MOTO VIBRATORIO ED ALTRI MOTI ELEMENTARI.

1. *Sito del moto vibratile*—Alla superficie di alcune membrane mucose e sierose si osserva durante la vita un moto di vibrazione rapidissimo, che è stato denominato *moto vibratorio*.

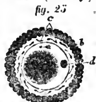
2. *Modo di osservarlo*— La maniera più facile di osservarlo è quella di raschiare col dorso di uno scalpello la mucosa faringea di una rana viva, di stendere sopra una lastrina di vetro la materia giallognola e tenace rimasta aderente al coltello, risultante da mucosità spesso tinta di sangue , sparpagliarla colla punta d'un coltellino, stillarvi sopra una goccia di acqua, ricoprirla da ultimo di un'altra lastrina di vetro sottile,ed in questa guisa sottoporla al microscopio.

3. *Sua presenza*—Nel corpo umano questo fenomeno si pre-

senta: *a*) nell'epitelio di tutta la mucosa nasale, eccettuata quella prima sua porzione che sta immediatamente dietro le narici anteriori. Secondo E. H. Veber si può istituire l' osservazione sopra se stesso raschiando con una penna da scrivere temperata la parte profonda delle fosse nasali. *b*) Nell'epitelio delle cavità accessorie del naso. *c*) Nell'epitelio della tromba eustachiana, della faringe superiore, e della faccia posteriore del velo-pendolo palatino. *d*) Nell'epitelio del canale respiratorio, dall'epiglottide sino ai polmoni. *e*) Nell'epitelio del sacco e condotto lacrimale, e di tutta l' interna faccia delle palpebre. *f*) Nell' epitelio dell' utero, dalla metà del collo uterino in sù, nonchè in quello della tromba, che si stacca sotto la mestruazione e probabilmente anche durante la gravidanza, per essere sostituito da epitelio pavimentoso. *g*) Nell'ependyma dei ventricoli cerebrali (Purkinje).

Nei mammiferi si ritrova nella stessa estensione che nell' uomo, e per soprappiù si riscontra sopra la superficie del tuorlo dell'ovulo dei conigli (Bischoff). (fig. 25, indicata dalla freccia).

fig. 25



* Il moto rotatorio e vibratorio è stato ancora osservato negli agglomerati e nei singoli corpuscoli delle vescicole simili alle graafiane, che soglionsi incontrare nel cavo dell' addome e dell' utero nel coniglio femina (Keber) *.

Il fenomeno appare assai più diffuso nelle classi zoologiche inferiori, tanto che nessun organo possa considerarsene affatto privo. Negli anfibj per esempio, vibrano le interne superficie delle capsule dei corpuscoli malpighiani dei reni (Bowman), ed i corpi volfiani (Kölliker); in alcuni pesci i canaletti oriniferi (G. Müller); nell'*Amphyoxus lanceolatus* vibra l'epitelio dell'intestino; in alcuni anellidi vibra del pari una parte, ed in altri tutta la mucosa intestinale; negli infusorii spesso tutta la superficie cutanea, e così via discorrendo. Soltanto in certe classi zoologiche non è stato scoperto ancora alcun moto vibratorio, come per esempio, negl' insetti, nei ragni, nei crostacei, e nei cefalopodi.

4. *Epitelio vibratile* — L'epitelio vibratile risulta, come tutti

gli altri epitelii, di cellule applicate l'una appresso dell'altra, allungate,cilindriche o rotonde,grandi da 1/66 ad 1/120 di linea e fornite di un nucleo centrale (fig.26 *c*). Ciò che le distingue dalle altre lamine epiteliali si è la presenza di certe piccole ciglia che sorgono dalla faccia larga di ogni cellula, *d*. Le ciglia sono più pallide della cellula stessa, per la qualcosa sul principio sfuggono allo sguardo, e cadono anche assai facilmente sotto la pressione, o per effetto dell' acqua e di altri agenti. Spesso sovra una cellula esiste soltanto un paio di ciglia, ma in talune se ne contano fino a trenta.

fig. 26



5. *Fenomeno motore* — Queste ciglia sono le vere parti mobili. Stracciando estesi pezzi di epitelio vibratile, si staccano dei frustoli che hanno una o più cellule. Il loro moto è rotatorio e spesse volte con una celerità che agguaglia quello dei raggi d'una ruota. Quando si calma si può meglio studiare il moto vibratile, che si rende allora manifesto per l' incurvarsi del ciglio. I corpicciuoli che stanno d'intorno, allorchè la vibrazione è molto energica, si muovono anch'essi e specialmente i globuli del sangue ed i corpuscoli del pigmento, i quali girano intorno a sì fatti frustoli di epitelio. Le particelle d'epitelio vibratile, troppo grandi spesse e coerenti per permettere il movimento di tutta la massa, lasciano vedere questo fenomeno ai margini, mentre in sul mezzo le ciglia vibratili restano affatto nascoste.

6. *Sua celerità* — Il moto appare sotto il microscopio tanto vivace da produrre parecchie rotazioni ad ogni minuto secondo.

7. *Sua direzione e durata*—La direzione che presenta il moto vibratorio delle ciglia è generalmente la stessa, ma non sempre. Così per esempio, si osserva nelle parti generative interne diretto costantemente dalle trombe verso l'utero, e non mai viceversa; negli organi respiratorii per lo più dall'alto al basso, ma talora invece in senso opposto (Sharpey). Talora i moti s'invertono tutto ad un tratto.

Pezzetti staccati di membrana vibratile mostrano il fenomeno

per un tempo più o meno lungo, meno però negli animali a sangue caldo che non in quelli a sangue freddo, nelle rane per alcuni giorni, e nelle tartarughe fino a 14 giorni dopo.

8. *Azione delle influenze esterne ed interne* — La vivacità del movimento è accresciuta dal calore moderato, scemata dal freddo, (E. H. Veber), immutata dall' elettricità, dall' oppio, dalla belladonna, soppressa dal disseccamento e dal calore della cottura, dagli acidi, dagli alcali, dai sali e dall'alcool. Quando le ciglia sono inaffiate di sangue vibrano più a lungo ; nessuna influenza vi esercita la distruzione dei centri nervosi (Purkinje e Valentin); in qualche luogo fa regolari intermittenze come per esempio nelle branchie delle ascidie (J. Müller).

9. *Suo scopo*—Lo scopo del moto vibratorio è ancora un problema.

Se negli animali inferiori esso può favorire la respirazione, se anche il succo nutritivo può col suo mezzo essere spinto avanti, non devesi per tanto ritenere quell'ufficio probabile negli animali più elevati, che sono d'altronde forniti di validi muscoli respiratori e di un cuore. Il seme non può essere slanciato dal moto vibratorio nell'organo femminile, stante la sua direzione che accennammo al N. 7. E per converso può agire sull'ovulo, ancorchè i movimenti energici dell' ovidutto sembrino render inutile una sì fatta provvidenza.

10. *Scoperta del fenomeno* — Il moto vibratorio fu scoperto qual fenomeno comune a quasi tutto il regno animale da Purkinje e da Valentin nel 1834, ed essi chiarirono ad un tempo la struttura degli organi vibratorii. Già sino dal 1683 era stato conosciuto da De Heyde negli animali inferiori, cioè prima nelle conchiglie , indi nei rettili e in ispecie nelle branchie e nelle uova.

11. *Moti viventi elementari* — Di altri movimenti elementari nel corpo umano non vi sono ulteriori esempi tranne quello degli spermatozoi, che può parimente considerarsi un moto di cellula.

* I corpuscoli incolori del sangue dell'uomo cane coniglio, della ranocchia, e di alcuni pesci *cyprinus brama*) eseguono col-

le sfrangiature o appendici di lor superficie movimenti di protrazione e di retrazione (Lieberkühn)? *

Se ne osservano all' incontro parecchi altri nelle piante e negli animali. Così in alcune alghe, come sarebbe la *vaucheria elevata*, si è fatta la maravigliosa scoperta che le spore si staccano dal loro otricello matricale, ed esercitano un moto di rotazione ancora molto tempo più tardi, prodotto anch'esso da peli analoghi alle ciglia vibratili (Unger, Siebold, Ducaisne, Thuret). Non è ancora deciso se essi sieno identici a queste. Nelle Seppie il pigmento cutaneo mostra un movimento pulsatile (Vagner); i globuli vitellini delle planarie hanno un moto peristaltico che dura ore intere (Siebold); alcune cellule dell' Alytes, della Seppia, degli Echini, delle Gregarine e delle Idre palesano contrazioni (Delle Chiaie, Kölliker, Vogt, Ecker).

12. *Moti molecolari*—Vuolsi annettere a questo luogo il moto, che, sebbene non pertinente ai tessuti vivi, si osserva sotto il microscopio nelle sostanze organiche molto sottilmente divise in una goccia d'acqua. Questo moto chiamasi *molecolare browniano*. Esso è specialmente visibile sotto forti ingrandimenti nel pigmento della coroidea e nella sabbia acustica. I piccoli granelli pigmentali saltellano e danzano finchè l'acqua non sia per intero svaporata. La stessa osservazione si è fatta nei cristalli molto sottilmente divisi, nella fuliggine, nel carbone, nell' asafetida, nel tuorlo. La causa di questo fenomeno è tuttora ignota.

B. MOVIMENTO DEI TESSUTI CONTRATTILI DEL CORPO.

13. *Organi contrattili* — La proprietà che hanno le fibre di accorciarsi allorchè certe forze agiscono sovr'esse e di ricomporsi da poi alla condizione loro naturale si chiama *contrattilità*. Il tessuto ov'essa si rivela è il muscolare, il quale si presenta però sotto forme diverse.

14. *Tessuto muscolare* — In tutti gli organi contrattili del corpo si scopre una delle due specie di fibre muscolari che andiamo a descrivere. D'accanto a queste si trovano pure in proporzioni diverse il tessuto unitivo (cellulare), e l' elastico. Nei

muscoli propriamente detti il tessuto unitivo è poco, molto il muscolare; nelle arterie predomina l'elastico essendo scarso il muscolare e l'unitivo; nella cute è abbondante l'elastico e l'unitivo, poco il muscolare; nella tunica dartos l'unitivo è al massimo, poche sono le fibre muscolose.

15. Il tessuto muscolare si distingue dagli altri tessuti contrattili:

a) per la sua struttura;

b) perchè si contrae dopo le irritazioni;

c) perchè lo stimolo galvanico vi determina più sicuramente l'effetto;

d) per le sue proprietà chimiche;

e) perchè la contrazione vi è determinata anche da eccitamento del sistema nerveo che gli appartiene.

16. *Fibre muscolari striate di traverso*; *loro presenza*—Le fibre muscolari più sottili che si possono ottenere stracciando i muscoli sono in essi diverse. Già dal tempo di Fontana se ne conoscono due specie; l'una conosciuta col nome di fibre *traverso-striate* o varicose, l'altra di *levigate*. Le prime si presentano:

a) In tutti i muscoli del capo del tronco e delle estremità dei vertebrati insetti e crostacei, appartenenti alla classe dei volontarii, eccettuato lo sfintere interno dell'ano, ed il retrattore del pene del cavallo.

b) Nel cuore dei vertebrati, specialmente nei seni mentre nei ventricoli si trovano congiunte le due specie; inoltre nell'esofago dei rosicanti (Gulliver), nella parte superiore e alquanto anche nella inferiore dell'esofago dei gatti e dei cani, dei ruminanti e dei solipedi (E. Weber, e Finizio), nell'iride degli uccelli (Treviranus, Krohn), nell'intestino del *Cyprinus Tinca* (Reichert), nello stomaco della *Cobitis fossilis* (Budge), nel tubo intestinale degli insetti e dei crostacei (Ficinus, Valentin).

17. *Caratteri* — I caratteri si scoprono soltanto col microscopio. Lacerando con un ago sottile un pezzetto di muscolo, ed separandone delle fibre capillari, si rivelano queste sotto il microscopio a modo di fascetti, che sono appunto i *fascetti musco-*

lari primitivi (fig. 27). Ognuno è largo 1/32 a 1/140 di linea, ha colore gialliccio, e mostra alla superficie certe strie trasversali (*a b*)

fig. 27



che sono più o meno numerose, ora continue ora interrotte. Nei luoghi ove esse mancano, si scorgono delle strie finissime decorrenti secondo la lunghezza, spesso interrotte esse pure (*d g*). Ogni fascicolo è circondato da una delicata guaina che chiamasi *miolemma o sarcalemma*, la quale riveste le fibre primitive propriamente dette. La guaina è senza struttura, nè a lei spettano al certo le strie trasverse. Talvolta essa si rende striata in tal modo, che sembra per una certa estensione priva di contenuto, senzachè per tanto sia rotta; io ciò vidi molto distintamente nei muscoli dorsali del rospo.

Le strie trasversali non dispajono nella carne cotta o masticata, chè anzi si presentano ivi meglio manifeste, e meglio ancora nella carne vomitata che abbia sostenuto a lungo il contatto col succo gastrico : si perdono in vece sotto l'azione troppo energica d'un succo gastrico artificiale, sotto la macerazione nell'alcool, e dopo la salatura. Le parti poco esercitate, ed i muscoli paralitici le perdono affatto, mantenendo soltanto le strie longitudinali. Così nelle rane tenute in serbo per lungo tempo non è rara questa apparenza nelle loro estremità inferiori. Le fibrille primitive longitudinali hanno spesse volte soltanto 1/1000 di linea. I fascetti primitivi emettono talora de'tralci sottili, che compongono una specie di reticolo, come si vede nel cuore della pecora, ed anche della rana (Kölliker, Remak).

18. *Fibre muscolari levigate; loro presenza.* — La seconda specie di fibre muscolari si chiama col nome di fibre levigate. Esse appajono:

a) In tutti i muscoli volontarj ed involontarj degli animali molli, ossia molluschi.

b) Nel tubo intestinale tranne le eccezioni notate al N. 16 ; negli ureteri, nei vasi deferenti, nel condotto coledoco, ne' canali escretorj delle glandule salivali, della vescica orinaria, nel-

l'utero, negli ovidutti, nelle vescichette seminali, nella cistifellea, nei vasi, ne'cuori dorsali degli animali articolati, nella cute, nella milza, nell'iride, meno i casi citati al N. 16., nel tensore della coroidea, nelle grandi glandole sudorifere dell'ascella, nei rami bronchiali dei polmoni, nella prostata, in uno dei velamenti del testicolo, nei legamenti larghi e rotondi dell'utero (Pauizza e Kölliker).

19. *Caratteri* — I loro fascetti primitivi sono più difficili a disgregare,e si rivelano sotto la sembianza di fibre lisce,pallide, larghe 4|160''', e munite alla superficie di nuclei , visibili specialmente quando il fascetto fu tocco con acido acetico diluito (fig. 28 *a b*).

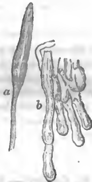


fig. 28

20. *Differenze funzionali delle due specie*.Secondo E. Weber la differenza funzionale fra le due specie anzidette di muscoli è questa — I muscoli composti di fibre trasverso-striate mostrano sotto gli stimoli movimento pronto ed energico, contraendosi istantaneamente, e rilasciandosi subito che cessa lo stimolo. Fa eccezione a questa regola il cuore soltanto; il quale eccitato si contrae bensì prontamente e gagliardamente , ma il suo movimento dura anche dopo lo stimolo sia cessato.Al contrario i muscoli a fibre levigate in generale si contraggono lentamente e con poca forza; quando sono irritati scorre un certo tempo prima che si mettano in contrazione,e cessata l'irritazione si contraggono ancora.

A queste differenze sembrano però prender parte essenziale anche i nervi. Se p. e. la pupilla si restringe per irritamento del nervo oculo-motore, l'azione si manifesta immediata; se viene per converso irritato il trigemino, la pupilla si restringe bensì ma con certa lentezza. Se si aumentano i battiti del cuore per mezzo della irritazione del nervo vago, non passa un minuto che il ritmo dei medesimi si ricompone come dianzi. Conseguendo lo stesso effetto per mezzo del nervo simpatico, scorrono spesso

più di 15 minuti innanzi che sieno ridotti alla primitiva cadenza.

21. Una speciale foggia di movimento fu scoperto da Schiff nelle fibre traverso-striate, ch'egli nominò idiomuscolare. Strisciando sopra un muscolo con uno stromento ottuso, ne succede la produzione di un cercine elevato, secondo la forma dello stromento, il qual cercine ben tosto sparisce. Questo fenomeno ha luogo anche dopo la morte, ed è anzi più evidente in questo caso il suo lento comparire e la scomparsa.

22. L'altro modo comunemente noto di contrazione delle fibre muscolari traverso-striate è secondo la direzione longitudinale delle fibre. Ne succedono quindi forme svariate, come di convulsione, di rigidezza tetanica, di moto determinato, le quali forme dipendono dalla uniformità della forza e dalla durata del movimento. Nei muscoli levigati la forma del moto è varia nelle diverse parti. Così per esempio nella cute ha luogo la pelle d'oca, nell'intestino stringimenti profondi e circolari, e così di seguito.

23. *Tessuto elastico; sua presenza* — Il tessuto elastico si trova nel legamento cervicale dei mammiferi, nei legamenti gialli delle vertebre, nei legamenti della glottide, nella tunica media delle arterie, nella cute esterna, nella laringe, nella trachea e bronchi, nei polmoni, nei corpi cavernosi del pene.

24. *Caratteri* — Negli organi ove esiste in gran copia si appalesa pel colore giallognolo e per la sua grande elasticità. Le fibre primitive hanno margini oscuri, sono all'estremità contorte a spira, spesso divise a forchetta, larghe 1|2000 - 1|4000 di linea. Formano gradazioni fra le fibre elastiche e le cellulari, quelle, che si sono distinte col nome di fibre di nuclei. (Vedi n. 26).

25. *Tessuto unitivo; sua presenza* — Il tessuto unitivo o cellulare si presenta nelle lacune interposte fra i singoli tessuti, sotto la cute, in forma di tuniche fibrose e sierose, nella tunica media del canal digerente, nei tendini, nei legamenti, nel dartos, nei corpi cavernosi del pene, e nei vasi.

26. *Carattere* — Si manifesta questo tessuto sotto l'aspetto di fibre chiare, serpentine e sottili, che hanno 1|1200 fino a 1|3000 di linea, ed a margini meno oscuri che non sono le fibre elastiche. Ad occhio nudo questo tessuto è bianco. Intorno ai

fascetti del tessuto unitivo si vedono avviticchiate a spira delle fibrille sottilissime, ed altre più cospicue formate da nuclei allungati, che Henle ha denominate fibre di nuclei, e che formano una transazione al tessuto elastico. Queste fibre si rendono più cospicue sotto l'azione dell'acido acetico, che rende impercettibili le cellulari.

27. *Differenze chimiche dei tre tessuti*— Colla prolungata cottura, il tessuto unitivo e l'elastico si convertono in côlla, sebbene quest'ultimo resista assai più dell'altro; carattere che non è proprio del muscolare. La soluzione della sostanza muscolare fatta coll'acido acetico e poscia filtrata è precipitata fortemente dal cianuro di potassio ferruginoso, laddove sotto le medesime condizioni non ha luogo o pochissimo si è il precipitato della soluzione di tessuto unitivo, e della tunica media delle arterie.

28. Le sostanze solide della carne muscolare, astrazione fatta dalle guaine e dai vasi, consistono in filamenti di fibrina coagulata. Il fluido espresso della carne fresca contiene invece: albumina, fibrina, creatina, causa del gusto speciale della carne e costituente cristalli, poi acido inosinico e lattico, ed in ispecie molti sali potassici. In cento parti di soda sono contenute le seguenti proporzioni di potassa:

Nella sangue del pollo — 40,8 — del bue 5,9.
Nella carne » — 381 — » 279 (Liebig).

29. *Corrente elettrica dei muscoli*— I muscoli di tutti gli animali mostrano in tutto il tempo, in cui sono capaci di contrazione, una corrente galvanica (corrente muscolare), che si rivela mediante una deviazione dell' ago magnetico in un moltiplicatore. Questa corrente è soltanto allora euergica e chiara, quando dei due punti del muscolo, che stanno per mezzo di fili in contatto col moltiplicatore, l'uno giace sopra un taglio longitudinale del muscolo, l'altro in uno trasversale. Se pertanto un filo tocca la superficie di un muscolo, l'altro la metà d'un taglio trasverso, e ambidue sono posti in contatto con un galvanometro sensibile di Nobili, l'ago magnetico devia subitamente.—La corrente è tanto più forte, quanto più il muscolo è destinato ad

esercitare una grande azione meccanica, sia essa volontaria od involontaria. Laonde i muscoli del cuore rivelano energica, quegli degli intestini assai debole la corrente. Se da un muscolo si sono prodotte contrazioni ripetute, si diminuisce considerevolmente nel medesimo istante la forza della corrente; d'onde si desume, che ad ogni contrazione muscolare succeda una ragguardevole mutazione della interna circolazione elettrica. — Anche in un uomo sano vivente al momento in cui i muscoli di un braccio si contraggono per forza di volontà, intanto che l'altro braccio rimane in riposo, si scorge una deviazione dell'ago magnetico, ed il tentativo fatto a dovere è egualmente sicuro che sulle rane (Dubois-Reymond).

La scoperta della organica elettricità devesi a Nobili, quindi è stata sviluppata più largamente da Matteucci, e perfezionata specialmente da questi e da Dubois-Reymond.

30. Le due più importanti proprietà del muscolo vivo sono: la sua *fisica* elasticità e la sua *organica* contrattilità (E. Weber).

31. *Elasticità dei muscoli*—Durante la vita i muscoli in istato di riposo sono tenuti distesi dalle ossa alle quali si attaccano. Se si taglia uno dei capi, si ritirano alla loro naturale lunghezza, essendochè la distensione è tolta. Se un membro si fletta od estenda, si accresce la estensione del muscolo antagonista (E. Weber).

32. Quanto più un muscolo vivo si allunga per distensione, tanto meno è possibile estenderlo ulteriormente. Se questa estensione si fa col mezzo di pesi applicativi sopra, riesce maggiore relativamente coi pesi più piccoli che non coi più grandi. Un muscolo lungo 24,95 mill. fu allungato da un peso di un grammo di mill. 5,05; sopraccaricato di un altro grammo lo fu di soli altri 2,30 mill. e così di seguito (Schwann, e E. Weber).

33. *Elasticità dopo la morte* — Qualche tempo dopo la morte i muscoli perdono la loro distensibilità, e si rompono facilmente. Un quarto d'ora e mezz'ora dopo la decapitazione di una rana, il gastrocnemio non si ruppe sotto l'azione di un peso di 540 grammi, mentre 24 ore dopo si ruppe sotto quello di soli 277 (Valentin).

34. *Dopo la fatica*— Parimente un muscolo vivente ma spossato dalla fatica perde della sua capacità alla distensione. Perciò se ad un muscolo esausto da stimoli continuati, e quindi scemato di forza, si attacchino durante la eccitazione dei pesi, la sua distensibilità si vedrà farsi minore.— In sul principio dell'irritamento e fino ad un dato limite, forse fino al punto in cui non è più nella pienezza della sua forza vitale, la distensibilità sua è tuttora considerevole. Un siffatto muscolo, in una delle esperienze di E. Weber, fu caricato di 25 grammi, ed eccitato consecutivamente otto volte, mostrò che il suo allungamento era di

. . . . millim.	6,65	alla seconda irritazione		
«	6,05	alla terza	»	
«	2,95	alla quarta	»	
«	1, 6	alla quinta	»	
«	1, 4	alla sesta	»	
«	1, 2	alla settima	»	
«	0,55	all'ottava	»	

Questo confine si raggiunge naturalmente più tardi coi piccoli pesi, che coi gravi, cioè collo sforzo muscolare.

35. Del pari il muscolo morto o disteso non riprende più come il vivo la sua lunghezza naturale, perchè ha scapitato di sua elasticità.

36. *Stimolo muscolare* — Il muscolo si contrae per effetto di agenti che operano sopra di lui durante la vita, o alcun tempo dopo la morte.

37. Questi agenti si chiamano stimoli muscolari. Ad essi si ascrivono: gli organici, i chimici, gli elettrici, i meccanici, il freddo ed il caldo. Agli organici appartengono soprattutto i nervi. Si stimoli, per esempio, il nervo motore appartenente ad un muscolo, e si avrà la contrazione del muscolo stesso. Il semplice tocco di un muscolo fatto dalla sezione trasversale del nervo pendente da una coscia recisa di rana, produce in un'animale molto irritabile spesse volte una scossa (Humboldt, Ritter, Pfaff, G. Müller, Valentin). — Intanto a giudicare se uno stimolo applicato sopra un muscolo agisca su lui direttamente, o per mez-

zo del proprio nervo, bisogna innanzi tutto abbattere le attività nervee, ed a ciò si presta meglio che qualunque altra cosa l'eterizzazione ed il cloroformio.

Agli stimoli organici può essere ascritta anche la bile. Essa produce, come io medesimo osservava, una forte contrazione nei muscoli, per modo che il tocco della bile concentrata li raggrinza. È più di tutto sorprendente la sua azione sui ventricoli del cuore, che tocchi da bile concentrata si rinserrano fortemente, e cessano ben tosto di battere. La bile diluita aumenta il numero delle pulsazioni.

Stimolando i muscoli col galvanismo, si ottiene la scossa all'istante in cui la catena si chiude, e questa appellasi *scossa di chiusura*. Finchè i fili metallici toccano il muscolo, esso sta quieto, ma succede una nuova contrazione (*scossa d'apertura*) al momento in cui uno dei fili viene levato dal muscolo, cioè quando si apre la catena. — Azioni non interrotte hanno luogo perciò allora soltanto che il chiudere e l'aprire della catena si succedono senza interruzione, come si ottiene coll'apparato elettrico-magnetico.

Siccome l'elettricità si sviluppa in sì moltiplici guise, così si adoprano mezzi moltissimi per portare lo stimolo elettrico ad un muscolo, per esempio col contatto di due diversi metalli costituenti una catena (rame, zinco od argento), che sono diversamente riscaldati, o con due fili metallici di cui l'uno sia immerso nella potassa, l'altro negli acidi.

Ai più forti stimoli chimici appartengono gli alcali caustici e carbonati.

38. Sebbene ad ogni contrazione si supponga uno stimolo, pure nol si può ancora dimostrare dappertutto. Così per esempio non è possibile conoscere con certezza lo stimolo eccitatore della prima contrazione del cuore, del moto delle estremità del feto, o dell'utero nel parto. Rispetto al moto muscolare che si appella *rigidità cadaverica* sono le opinioni ancora contradittorie, se sia conseguenza vitale o fisica.

39. *Rigidezza cadaverica* — Intorno alla rigidezza cadaverica sono state istituite molte esperienze da Nysten, Magendie, Or-

fila, Sommer, Brücke, Gierlichs e Bruch. Essa consiste in una tensione che comincia al più presto dieci minuti, ed al più tardi sette ore dopo la morte (Sommer), prima nelle parti muscolose del collo e della mandibola, poscia nelle altre. La mascella inferiore si chiude contro la superiore, mentre le membra rimangono alquanto flesse. Lo stesso cuore e gli intestini si fanno rigidi (Gierlichs e Valentin). La rigidezza comincia sempre allorquando gli stimoli che si applicano sul muscolo sono senza effetto (Gierlichs, Bruch), e quando il sistema nerveo ha perduta ogni specie di vita. Negli animali la cui irritabilità si estingue soltanto molte ore dopo la morte, quali sono le rane, la rigidezza comincia tardi, e talora appena molti giorni dopo la morte; e per l'opposto negli uccelli in cui succede il contrario principia assai per tempo. Troncando i muscoli d'un membro, questo diventa nuovamente mobile, sebbene quelli rimangano rigidi. — La causa di questo fenomeno non è del tutto manifesta. Nysten, Gierlichs e Bruch, la riguardano come l'ultima manifestazione della contrattilità; Sommer, Orfila e Brücke come un effetto della coagulazione del sangue e della fibrina ancora esistente nelle fibre muscolari. Contro la prima ipotesi si oppone la totale mancanza di reazione dei muscoli al tempo in cui comincia la rigidezza, e contro la seconda si oppone il fatto che il fenomeno non cessa, ancorchè l'animale sia stato privato della fibrina col mezzo del sangue estratto nella macellazione (Magendie e Gierlichs), nè parimenti cessa quando, per injezione fatta nelle vene della potassa caustica liquida, si è con essa impedita la coagulazione del sangue. Oltre a ciò questa coagulazione comincia sempre prima della rigidità (Gierlichs). E. Weber riguarda questo fenomeno non come indizio d'un movimento organico, ma sibbene di movimento fisico; perchè siccome dopo la morte la distensibilità dei muscoli diminuisce ragguardevolmente, così ritornano alla naturale loro lunghezza; laonde mentre essi a corpo vivo sono tenuti in istato di tensione fra le ossa, dopo la morte tirano le ossa stesse più fortemente l'una contro l'altra.

Brown-Sequard ha scoperto questo importantissimo fatto, cioè

che, avvenuta che sia la rigidezza e perduta nei muscoli ogni specie d'irritabilità, se s'injetta il sangue di un'altro animale della stessa specie nelle vene dell'animale morto, ritorna la irritabilità nei muscoli e nervi, e svanisce la rigidezza.

40. *Dipendenza del moto muscolare dai nervi* — Gli stimoli sopra notati (N. 38) producono lo stesso effetto, ed anzi maggiore, se invece di operare direttamente sul muscolo, agiscono sui nervi che a quello sono pertinenti. Se di un muscolo si preparino i nervi con la debita diligenza, e si asportino, gli stimoli applicati agiscono debolmente, o non agiscono. Inoltre se in istato di vita si tronchino i nervi di un membro ad un'animale o ad un uomo, cessa più prontamente la suscettività dei muscoli agli stimoli. Finalmente se dopo la morte di un animale, di cui si muovono ancora energicamente gl'intestini, se ne stacchi un pezzo, la sua irritabilità non dura sì a lungo, come suole quando gl'intestini rimangono in continuità fra di loro.

41. Queste osservazioni rendono verosimile l'opinione che gli stimoli muscolari agiscono principalmente per l'intermezzo dei nervi, e che la contrazione dei muscoli è perciò la conseguenza diretta di una certa mutazione nervosa, la quale si rivela per opera dello stimolo stesso. Con ciò non vuolsi sostenere, che i nervi trasmettano ai muscoli una proprietà insita in essi, e molto meno che a loro infondano una forza motrice, che al certo non è pertinenza del sistema nerveo. La facoltà di muoversi è inerente al solo apparato muscolare; l'impulso al movimento deriva, nella maggior parte dei casi, dall'influenza dei nervi. Il processo pel quale dai nervi è determinato l'eccitamento, è ancora un problema.

42. Alla osservazione, che i moti muscolari sono il più frequentemente determinati dai nervi, si può aggiungere però che altre influenze possono parimenti eccitarli. Alcuni fatti confermati a dì nostri darebbero per risultato la possibilità di contrarsi dei muscoli indipendentemente da qualunque influenza nervosa, e darebbero ragione a comparare i rapporti dell'azione nervea sui muscoli al modo in cui si esercita quella della luce sulla retina. Imperciocchè quantunque la luce sia la condizione prin-

cipale della vista, pure anche le affezioni meccaniche, elettriche o d'altra natura possono determinare una percezione visiva. Certo i nervi dei muscoli costituiscono non soltanto il più frequente, ma sì anche il più naturale stimolo motore dei medesimi; ma ciò non di meno i muscoli possono esser eccitati al moto da cause affatto diverse che non è l'influenza nervea. I seguenti fatti contesterebbero questa sentenza. Reid recise nelle rane tutti i nervi delle estremità posteriori, e sottopose uno di queste membra per due mesi interi alla catena d'una corrente galvanica. Questo membro, che per tal guisa fu in certo modo esercitato, si mantenne ben nutrito, mentre l'altro non galvanizzato era flaccido e dimagrito. Da ciò si potrebbe inferire che mancando l'esercizio manchi l'eccitabilità del membro in quanto ne resta pregiudicata la nutrizione. Nei muscoli, i cui nervi si recidono, l'irritabilità svanisce bensì, ma certo più tardi che nei loro nervi recisi (Fontana, Stannius e Longet). Negli animali, in cui l'eccitabilità nervea rimane momentaneamente del tutto abolita dal cloroformio o dall'etere, i muscoli si contraggono ancora sotto l'azione di stimoli che li colpiscono direttamente (Harless, de Martini e Zarlenga).

* Però questi fatti non sono di un sicuro valore dimostrativo: onde si è invocato l'argomento del moto del cuore dell'embrione. Il cuore dell'embrione di pollo al quarto giorno pulsa ritmicamente: intanto la sua sostanza è allora unicamente composta di fibro-cellule muscolari, le quali non ricevono alcuna influenza nervosa, perchè le fibre nervee non si sono ancora formate (Wagner). Ma vuolsi riflettere, che, appunto in quel periodo, come si sono formate le fibro-cellule muscolari, così si sono formate pure le cellule nervose, che si trovano perciò miste alle prime; e come quelle passeranno a fascetti striati, così queste a fibre nervose. Or se le fibro-cellule muscolari hanno la proprietà di contrarsi prima che passino a fascetti striati, del pari le cellule nervose esercitano la facoltà *eccito-motrice* prima che generino le fibre. Ed in conseguenza dall'azione eccito-motrice delle cellule nervose dipenderà ancora la contrazione del cuore dell'embrione (de Martini).

43. *Azione del sangue sul movimento muscolare* — Non è deciso neppure, se fra gli stimoli annoverati al N. 38 si debba comprendere anche il sangue. In varie epoche il sangue venne considerato, e forse a ragione, come uno stimolo dei moti del cuore (Haller, Humboldt, Kürschner, Budge, R. Wagner), e a dir vero la sua influenza sull'aumento delle pulsazioni cardiache non può esser messa in contestazione. Se si toccano dei muscoli viventi con sangue da cui si sia estratta da prima ogni materia atta a coagularsi, si avranno delle contrazioni fortissime (Budge).

44. Le sottrazioni di sangue hanno per converso una influenza certissima sui movimenti. Legata la principale arteria d'un membro, questo si rende debole fino alla paralisi, nei mammiferi dopo 8 a 10 minuti (Segalas), nelle rane più tardi, cioè anche molte ore dopo (Engelhardt, Valentin), per modo che l'animale se lo trascina dietro. Dopo la morte d'un animale, a cui durante la vita s'era lungo tempo innanzi allacciato il tronco primario arterioso d'un membro, la irritabilità cessò molto prima che nell'arto sano, nè sotto le contrazioni potè sostenere un peso equivalente (Engelhardt). Da queste osservazioni si deduce, che la nutrizione del muscolo è una condizione indispensabile a mantenere la sua contrattilità.

45. *Movimenti muscolari dopo la morte* — Molti muscoli si muovono anche dopo la morte dell'animale, da sè medesimi, e indipendentemente da alcuno stimolo, e ciò si osserva più chiaramente che altrove nel cuore. Nelle rane palpita spesso il cuore per uno o più giorni intieri, malgrado che sieno svanite tutte le tracce di sensibilità e di moto volontario, e nei mammiferi ciò avviene per un'ora e più dopo la morte. Il cuore di una rana estratto dal petto pulsa ancora per molte ore; quello dei mammiferi per qualche minuto soltanto; però sotto il microscopio si sono veduti i movimenti di pezzetti tolti dal cuore di coniglio fino a 24 ore dopo (Remak). Lo stesso si è verificato sul cuore dei crostacei (de Martini). Astrazione fatta dal cuore, si muovono dopo morte gli intestini per molte ore di seguito. Pure aperta la cavità addomiuale i moti loro sono più forti, del che si volle a torto accagionare l'ingresso dell' aria. Un pezzo d'inte-

stino staccato, sospende i suoi movimenti spontanei assai più presto che la massa residua la quale è rimasta nel basso ventre. Nel diaframma si osservano, talora varie ore dopo la morte, contrazioni spontanee che sono più fugaci negli altri muscoli. Remak vide sotto il microscopio effettuarsi dei moti ondulatori, 24 ore dopo, in pezzetti staccati di diaframma. — Negli animali di ordine inferiore come è il *Branchipus* (Budge), il *Phalangium Opilio*, i muscoli delle zampe strappate esercitano, talora per lungo tempo, movimenti spontanei e regolari.

46. D'accanto ai movimenti spontanei che accadono dopo la morte giova mettere a riscontro quelli che si effettuano per gli stimoli artificiali. Questi movimenti si osservano nei mammiferi fino ad una mezz'ora dopo la morte (Phöbvs e Wilgenroth, cioè, secondo i detti autori dura approssimativamente nell'ordine seguente:

Sinistro ventricolo del cuore	16	minuti dopo	la morte
Intestino crasso	25	»	»
Muscoli del capo e del collo.	26	»	»
Seno sinistro del cuore . .	30	»	»
Intestino tenue	35—40	»	»
Ventricolo destro del cuore.	40	»	»
Esofago	44	»	»
Muscoli masticatori . . .	46	»	»
Diafragma	51	»	»
Muscoli della faccia . . .	53	»	»
» del tronco . . .	60—70	»	»
» delle natiche . . .	70	»	»
» delle zampe ant.	80—90	»	»
Ventricolo destro del cuore	85—90	»	»

Risulta da queste premesse, che non possono essere incitati a contrarsi dagli stimoli, sì lungamente dopo la morte, nè gl'involontari nè i cilindrici, quanto quelli a fibre trasverso-striate. Anzi dietro le mie proprie osservazioni posso confermare ciò che Fontana aveva già veduto, non potersi mai mettere in movimen-

to col mezzo degli stimoli una parte del cuore, quando siasi del tutto estinta l'irritabilità degli altri muscoli.

47. Tagliando i nervi delle estremità posteriori d'una rana, e lasciando vivo l'animale per breve tempo, rimane dopo la morte superstite l'irritabilità del membro paralizzato per un tempo più lungo che quella del sano (Fowler, Engelhardt, Stannius e Valentin).

48. *Fenomeno durante la contrazione* — Durante la più completa contrazione d'un muscolo, le sue fibre si rendono rettilinee e distese (Foderà, Owen, Allen, Thomson, E. Weber), e le fibre trasversali s'avvicinano fra loro (Bowman, Remak, de Martini, Lebert). Subito dopo, e prima che il muscolo sia ritornato alla normale lunghezza, esso si compone a pieghe fatte a zig-zag, le quali sotto al microscopio si fanno osservare anche per una regolarità meravigliosa. Siccome queste pieghe sono più facili a vedersi della striatura rettilineare, così gli scopritori delle medesime Prevost e Dumas, che hanno fatto sempre le loro osservazioni sopra muscoli recisi, le ritennero effetti della massima contrazione. Un muscolo reciso ed ancora irritabile manifesta siffatte pieghe più frequentemente che allorquando è attaccato coi suoi capi alle ossa. Si osservano inoltre in queste circostanze dei moti ondulatorj e progressivi (Ficinus). Se si taglia un muscolo in istato di vita o subito dopo la morte, i due segmenti si allontanano spesse volte fino a dieci linee, e le fibre staccate si assestano in zig-zag sovente assai regolari. (Foderà).

49. *Volume del muscolo contratto* — Finchè il muscolo è accorciato la sua grossezza si accresce di tanto quanta è la perdita della lunghezza. Posto un muscolo nell' acqua, ed ivi irritato o galvanizzato, non si innalza nè abbassa il pelo dell'acqua (Borelli, Prevost e Dumas, Barzellotti, Valentin); sebbene al detto di altri osservatori (Erman, Marchand, E. Weber), si abbassi realmente un cotal poco, facendo prova che sotto la contrazione la massa muscolare si condensa.

50 *a*) Dietro l'opinione di Barry ogni fascetto muscolare consta d'un doppio filamento contorto a spira, ed involto da sarcolemma il quale rinchiude inoltre la sostanza formativa e nutri-

trizia detta *hyalina*. Anche nei cigli vede quell'autore lo stesso doppio filo spirale, applicato sulla cellula.

51. *Misura dell' accorciamento del muscolo contratto* — Sul principio della irritazione il muscolo si abbrevia al suo massimo, e dopo che per alcuni minuti (così almeno nei muscoli della rana) ha raggiunto quella misura, comincia per la sua elasticità ad allungarsi, finchè ritorni alla lunghezza normale. Il passaggio dalla massima brevità alla naturale lunghezza sotto una continuata irritazione succede in modo, che l'allungamento nel primo periodo dopo la massima accorciatura è massimo anch'esso, e va sempre scemando negli stadj successivi. (E. Weber).

52. Il massimo accorciamento d'un muscolo sotto la contrazione è computato secondo Prevost e Dumas ad un quarto, secondo E. Weber a 3/4 della sua lunghezza.

53. *Stanchezza* — Allorchè un muscolo, per troppo prolungate irritazioni, è divenuto incapace di contrazione o si è spossato, può tuttavia da sè medesimo riprender lena: e questa proprietà appartiene anche ai muscoli staccati dal corpo (Valentin, E. Weber).

54. *Forza muscolare* — La forza che un muscolo può superare, si può paragonare ad un peso eguale a quello ch'esso potrebbe sollevare. Il massimo della forza è proporzionata al peso che non potrebbe più essere sollevato. La forza è in ragione diretta delle fibre del muscolo, cioè del suo diametro: o riducendola a misure fisse (per esempio d'un centimetro quadrato) si avrebbe secondo E. Weber il risultato, che un centimetro quadrato di muscolo d'una rana equivale ad un peso di 692,2 grammi. Lo stesso autore ha calcolato dalla forza de'gastrocnemii in tre uomini, che un centimetro quadrato di muscolo umano equivaleva in un individuo a grammi 1087, in un secondo a 720, in un terzo a 701. Un muscolo la cui seziono trasversa fosse d'un pollice, sarebbe perciò capace d'innalzare da circa 97 oncc.

55. *Durante lo spossamento* — I muscoli spossati s'accorciano assai meno sotto un forte peso, che sotto un peso mediocre, e se questo peso è troppo grande in proporzione del grado di stanchezza, il muscolo non che accorciarsi si allunga (E. Weber).

56. *Esempj di forza muscolare* — La forza che possono spiegare i muscoli durante la vita, o subito dopo la morte, è assai ragguardevole. Colle due mani un uomo che superi l'età di 10 anni può sollevare un corpo più pesante del proprio (Quetelet), e ne trascina uno ancora più grave. Un solo muscolo, qual è il gastrocnemio, sotto uno sforzo energico può superare un peso che sorpassa 2000 volte il suo proprio (Valentin). Ma tostochè la irritabilità d'un muscolo è estinta esso si lacera assai facilmente, anche con un peso che equivalga a 200 volte quello del muscolo stesso.

57. Questa forza apparisce più grande nell'uomo che in molti altri animali; perchè un cavallo supera un peso triplo del proprio, laddove un uomo ne supera uno quintuplo e sestuplo (Haller). Si conoscono uomini, che coi denti, cioè coi muscoli masticatorj hanno innalzato da 160 a 300 libbre, rotti noccioli di pesche, i quali resistono ad una potenza di 200—300 libbre (Borelli, Haller). Una ragazza tetanica era incurvata in modo tale che il dorso rimaneva discosto un pollice dal letto, nè si potè distendere se non quando quattro uomini si collocarono sopra di essa (Haller). Alcuni insetti, com'è per esempio, la pulce, superano un peso che sorpassa 70 e fino 80 volte quello del proprio corpo.

58. *Celerità del moto muscolare* — I moti muscolari possono effettuarsi uno dopo l'altro con meravigliosa celerità. Se il cuore d'un pulcino batte 150 volte al minuto, ne risulta una battuta ad ogni 2/5 di minuto secondo. Calcolando che la pausa fra una pulsazione e l'altra sia la metà, si avrà 1/5 di minuto secondo per ogni contrazione; e siccome la contrazione risulta composta di tre sezioni di movimento, così ogni atto motorio importa 1/15 di minuto secondo, pari a quattro minuti terzi (Haller). In due secondi si possono pronunciare 45 lettere, che è quanto dire s'impiegano per ogni lettera due e due terzi di minuto terzo, da cui, sottratto il tempo di riposo, si ha per la sola contrazione un minuto terzo ed 1/3.

59. *Moto di leva* — Essendo la forza dei muscoli sì considerevole, non si guardò nella loro inserzione al maggior possibile

risparmio di forza, ma sì ad altri scopi. Il movimento delle ossa è somigliante a quello delle leve, cioè di una linea o di una superficie, o di un corpo qualunque inflessibile, fissati o sostenuti in un punto, intorno al quale possano aggirarsi in direzioni diverse per effetto di due forze operanti sulla leva. Leva sarebbe per esempio un bastone collocato sopra un sostegno. Questo sostegno prende il nome d'*ipomoclio*, o punto fisso. Le forze che agiscono sopra questo bastone a'due lati dell'ipomoclio sono rappresentate dalla *gravità*, e le due porzioni del bastone sono dette *braccia della leva*. In altri casi le forze non agiscono così simmetricamente a'due lati dell'ipomoclio, ma sì in un lato solo per modo da costituire un solo braccio di leva. Dato per esempio che il bastone sia fisso ad una delle sue estremità, che dall'altra fosse tirato in un senso, mentre la sua gravità lo spingesse nel senso opposto, si avrebbe un esempio di leva ad un solo braccio. Rimandando per altri esempi ai manuali di fisica vogliamo avvertire che a questa specie di leve appartengono appunto le ossa; nelle quali il peso proprio, nonchè quello degli oggetti che si fissano ed attaccano costituisce una delle forze, e la contrazione muscolare ne rappresenta l'altra, mentre l'ipomoclio è formato dalla articolazione in cui l'osso stesso sta connesso alle parti vicine. Sollevando per esempio l'avambraccio, sia esso o no caricato d'un peso, il suo ipomoclio sta nell'articolazione del cubito, pel cui mezzo è attaccato al tronco; il bicipite col brachiale interno costituiscono una delle forze, il peso dell'avambraccio stesso ne è l'altra. Lo scopo di ogni leva è quello di rimettere l'equilibrio fra le forze che agiscono in direzioni contrarie; ovvero, ciò che vale lo stesso, d'esercitare tanta forza quanta è necessaria a vincere una resistenza. In ogni moto di leva occorre in generale che la forza sia tutta impiegata a rimettere l' equilibrio, e non soffra perdita alcuna. Ma la fisica insegna che per innalzare un peso è necessaria tanto maggiore forza, quanto questa è più prossima all'ipomoclio, e viceversa. Se la forza che si adopera è più lontana da questo che la resistenza da superare, si avrà vantaggio di forza; e tale è il caso del corpo che sta fermo sulle dita dei piedi. Se il piede anteriore sta fisso e il posteriore si

eleva, il peso o gravità si trova ad un di presso alla metà del tallone, la forza elevatrice è determinata dai muscoli della sura, essa viene a trovarsi più lontana dal fulcro che non sia la resistenza. In altre parti la cosa è diversa. Se per esempio l'avambraccio che sta penzolone abbandonato al proprio peso dev'essere la resistenza da sollevarsi, i muscoli, perchè non avessero a perdere di forza, dovrebbero essere attaccati diversamente dalla reale loro inserzione, cioè non alla estremità superiore dell'ulna e del radio, ma sì alla inferiore ossia quanto fosse possibile più distanti dall'ipomoclio. E invece il loro punto d'attacco è a questo ipomoclio assai prossimo; laonde sono costretti ad esercitare una forza assai maggiore di quella che sarebbe necessaria se fossero inseriti più lunge. Però in questo caso viene risparmiata una grande quantità di fibre muscolari,che altrimenti dovrebbero essere più lunghe, e pregiudicherebbero così alla bellezza delle forme del corpo.

60. *Composizione delle ossa* — La resistenza che presentano le ossa dipende sostanzialmente dalle particelle terrose ch'entrano nella loro composizione. Sono queste formate da fosfato o carbonato calcareo, di calce fluorica, di fosfato di magnesia, il tutto ascendendo secondo Berzelius a 67,140 /0.Oltre alle dette sostanze terrose che possono togliersi mediante gli acidi diluiti, l'osso racchiude anche la così detta cartilagine di ossificazione, la quale colla prolungata cottura si converte in *glutine*, nonchè grasso e vasi. Secondo Frerichs il contenuto di sostanze terrose è nelle proporzioni seguenti:

Vertebre	60,5	per cento
Rotula	63,7	»
Sterno	64,7	»
Coste	65,3	»
Ossa del metatarso	65,9	»
Tibia	66,2	»
Radio	66,3	»
Fibula	66,5	»
Mascella inferiore	68,	»

Omero	68,3	»
Rocca petrosa	70,2	»

61. La soluzione del glutine nell'acqua calda si distingue dalla soluzione della condrina, che si cava dalle cartilagini permanenti, e da quelle che la contengono prima dell'ossificazione,per essere quest'ultima precipitata dall'allume, dal solfato di ferro e di rame, dal nitrato d'argento, dall'acetato neutro e sotto acetato di piombo, e dal nitrato di protossido di mercurio; lo che non succede dell'altra (Müller).

62. *Moti composti*—Dei moti composti non possiamo prendere in considerazione che i principali.

Stazione — Nella stazione verticale il corpo si riposa sui calcagni, sulle anteriori estremità dei metatarsi, sulle dita, e sui lembi esterni dei due piedi. I muscoli tibiale posteriore, peroneo lungo e breve, flessore lungo del dito grosso,e flessore delle dita,fermano la faccia inferiore di ciascun piede: il tibiale anteriore,il terzo peroneo,l'estensore lungo del dito grosso,e il comune delle dita, tengono ferma la faccia superiore; il gastrocnemio col soleo, mediante il tendine d' Achille, fissano la posteriore alla gamba ed alla coscia mediante la loro contrazione. Quindi si estendono contemporaneamente la gamba, la coscia, la colonna vertebrale ed il capo per opera dei muscoli estensori.

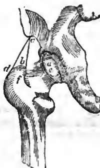
63. *Progressione* — Nel moto di progressione bisogna distinguere due atti che si succedono l'un l'altro. Prima il tronco viene spinto in avanti per movimento d'una delle due gambe: poscia l'altra occorre a sostenere il corpo (fig. 29). Così a sua volta ora la gamba destra or la sinistra compiono i due uffici anzidetti. Quella che serve di sostegno, e su cui il corpo riposa, abbisogna di poco tempo per adempiere la propria funzione, acciocchè il corpo non perda il suo equilibrio, come suole accadere quando il corpo riposa lungamente sopra un piede solo. Ma appena il piede destro appoggia sul suolo, il sinistro si eleva,sollevando la sua parte posteriore e facendo riposare la gamba sul dito grosso: poco appresso la stessa gamba esercita un moto di pendolo in avanti,il corpo ne vien projettato,ed il piede arriva sul suolo. Tostochè ciò accade,il piede destro ripete lo stesso moto del sinistro.

fig. 29



La celerità dei movimenti della progressione dipende essenzialmente dalla circostanza, che il capo del femore (fig. 30, *a e*), il quale rappresenta la sezione di una sfera, è tenuto strettamente applicato contro l'acetabolo per la pressione dell' aria e non per forza dei muscoli. Questa importante scoperta è stata fatta dal E. H. Weber. Se recidansi tutti i muscoli che circondano l' articolazione ileo-femorale, non perciò il capo del femore si distaccherà dalla sua cavità, nè escirà se nonquando un foro praticato nel bacino e comunicante coll'acetabolo porga accesso all'aria atmosferica. Si collochi il capo del femore contenuto nell'acetabolo sotto la macchina pneumatica; mancando la pressione dell'aria, esso ben tosto da se medesimo uscirà dalla cavità articolare.

fig. 30



64.° *Meccanica dei mammiferi utili — Attitudini* — Le attitudini degli animali sono la *stazione* ed il *decubito*.

Stazione — È il sostenersi immobile del corpo sopra tutte le estremità o sopra talune di esse che si pongono in estensione permanente, per virtù di un' azione continua della famiglia de' muscoli estensori, favorita da alcune disposizioni meccaniche in tutto l' apparecchio locomotore: perciò la stazione prolungata produce stanchezza.

La stazione dei mammiferi utili non è *bipede* siccome quella dell'uomo, ma sì è *quadrupedale*.

Nella stazione quadrupedale la base di sostegno è più estesa, e l'equilibrio è più stabile. Nondimeno a norma che il corpo è più pesante, e le ossa che compongono le membra son flesse ad angoli nelle lore giunture, siccome per l'arto anteriore la scapola in su l'omero e questo in sul cubito, e pel posteriore il femore in sulla tibia e questa sul piede, la stazione quadrupedale per sostenersi esige più gagliarda azione dei muscoli estensori, e disposizioni meccaniche suppletorie. Difatti queste nel cavallo si scorgono dalla natura con bello artifizio combinate, e di più si

ammira che col gran numero dei muscoli estensori si è benanche ovviato alla facile loro stanchezza, potendosi alcuni a loro volta riposare quando altri entrano in azione.

I solipedi mantengono, senza stancarsi, la stazione più a lungo di tutti gli altri animali. Questo privilegio del cavallo dipende, all'infuori di altre condizioni, dalla facoltà ch'esso ha di mettere alternativamente in riposo uno degli arti posteriori flettendolo lievemente sì che poggi sul suolo colla sola punta, mentre fa che l'altro lo supplisca nel sostenere il peso del corpo. Una tale stazione per ciò si è detta *libera*; e si dice *forzata* quella in cui il peso del corpo vien sostenuto con proporzione dai quattro arti.

1.° *Azione degli arti anteriori* — La parte anteriore del corpo dell'animale, sostenuta tra le due scapole dai muscoli dentati, poggia sugli omeri e tende a flettere l'angolo scapolo-omerale. Cinque muscoli si oppongono all'abbassamento ed alla proiezione in dietro della scapola, il romboide, i trapezi, l' elevatore proprio e l'angolare: e tre altri muscoli si oppongono alla inflessione dell'angolo scapolo-omerale, cioè il gran pettorale, il sopra-spinoso, ed il coraco-radiale, il quale, passando sulla troclea colle sue forti lamine tendinose, si oppone come un legamento alla chiusura dell'angolo. Così fermate le scapole, il corpo non si accascia, ed i muscoli olecranei addetti all' estensione degli avambracci trovano sulle stesse il lor punto fisso.

Dall' avambraccio al dito la direzione dell' arto è verticale. Purtuttavia i cinque m. olecranei mantengono esteso il cubito che tende a flettersi in avanti, e l'estensore del metacarpo colla sua corda aponevrotica impedisce la flessione dello stinco in dietro.

Il dito poggia obliquo in avanti, ed in questa direzione deve reggere il peso del corpo, senza flettersi sul metacarpo. Due potenze vi concorrono, cioè il legamento sospensore del piede, ed i tendini flessori delle falangi. Difatti la rottura di questi apporta l'abbassamento del piede, e la recisione del legamento produce a minor grado lo stesso effetto. Qui vuolsi notare, che l'azione di queste due potenze non esige nei solipedi alcuno sforzo muscolare; dappoichè il legamento sospensore, che nei rumi-

nanti e nei carnivori è un muscolo, è affatto privo di fibre carnose nei solipedi; ed i tendini flessori delle falangi fanno nella stazione anche l'uffizio di legamenti, poichè la loro tensione, in luogo di esser trasmessa ai rispettivi corpi muscolari, è trasmessa da una briglia ligamentosa suppletoria alla sommità dei metacarpei ove si attacca.

2.° *Azione degli arti posteriori* — La stazione esige negli arti posteriori disposizioni meccaniche e sforzi musculari più numerosi, a causa della più notabile inflessione delle regioni che li compongono.

L'appoggio della parte posteriore del corpo sui capi dei femori farebbe incurvare la spina nel mezzo ed elevare il bacino, senza l'artificiosa e solida articolazione del sacro coll'ultima vertebra lombare, e senza l'opposiziouo dei muscoli ischio tibiali, che facendo punto fisso sulla gamba impediscono l'elevazione dell'ischio.

Il femore è obliquo in avanti: esso è mantenuto in estensione dal gran gluzio, dove che i muscoli che s'inseriscono sulla rotula, ed il tibio-premetatarseo fanno impeto contro la inflessione della coscia sulla gamba.

L'estensione del metatarso sulla gamba è mantenuta dai gastrocnemii, e dal flessore superficiale delle falangi, il quale è ridotto nei solipedi e nei ruminanti a semi-legamento. Da ultimo l'inclinazione della regione digitale sul metatarso è limitata da un legamento sospensore del piede consimile a quello dell'arto anteriore.

L'estensione degli arti non solo è favorita da meccaniche disposizioni, ma anche dal passaggio di leve di primo a secondo genere: poichè, p. e., allorchè il piede anteriore poggia sul suolo, questo divien punto di appoggio, il braccio della potenza è tutto quel raggio dall'olecrano al piede, e la resistenza è il peso del corpo nel mezzo che tende a flettere quel raggio sull'omero. E così del pari per gli arti posteriori. La qualcosa dando un vantaggio alle potenze ne allontana nella stazione il facile stancarsi.

Il legamento cervicale, assai sviluppato nei solipedi e nei ruminanti, poco nel cane e mancante nel porco, dispensa gli esten-

sori del capo dallo spiegare gran forza e dal rimanere in permanente contrazione. Dall'altra parte questi, pel loro gran numero entrano alternativamente in azione e riposo.

Il tronco nella stazione sta in riposo sulle membra: la colonna vertebrale conserva la sua direzione senza incurvarsi sotto il peso del corpo, a causa della disposizione meccanica delle sue articolazioni, e poco o niente per azione di forze muscolari.

Nei ruminanti le disposizioni alla stazione non sono così felici.

La stazione si modifica secondo le sofferenze e le malattie dell'animale. Così il dolore in un arto fa fletterlo e sospenderlo innanzi all'altro; quando la respirazione è difficile, l'animale divarica gli arti anteriori per dilatar meglio il torace; e nelle coliche avvicina gli arti posteriori agli anteriori per mettere in rilasciamento i muscoli dell'addome.

65. *Decubito* — È l'attitudine degli animali coricati per riposare o per dormire. Il decubito nei solipedi è raro, più frequente nei ruminanti nei carnivori e nel porco.

La meccanica del decubito è differente nei detti ordini. I solipedi per coricarsi restringono la base di sostegno avvicinando reciprocamente gli arti posteriori cogli anteriori, indi flettono quelli in avanti e questi indietro, e da ultimo abbassano il tronco che cade come massa inerte.

Nei grandi ruminanti la meccanica del decubito si assolve in due tempi: nel primo, abbassata la testa e la cervice, si pongono a ginocchio, e nel secondo tempo avvicinano le membra posteriori al centro di gravità, ed il corpo si accascia per proprio peso sulle membra che dolcemente si piegano.

Varie sono le regioni che gli animali, coricandosi, appoggiano sul suolo; ma tre sono le principali specie di decubito, cioè il decubito *sternale*, lo *sterno-costale* ed il *laterale*. Il decubito sternale è quello in cui il corpo poggia sul suolo colla regione sterno-addominale, senza inclinarsi più da un lato che dall'altro; e si osserva nel cane, nel leone, nella capra, nel camello, nel dromedario. In questa maniera di decubito, il cane ed il leone protendono gli arti anteriori parallelamente in avanti, mentre il

dromedario li piega in dietro sotto il torace. Il decubito sterno-costale è quello in cui il corpo poggia inclinato sur uno dei lati del petto e dell'addome. Esso è abituale ai solipedi ed ai ruminanti: nei solipedi l'arto anteriore del lato del decubito si flette sotto il torace col piede nel gomito dell'altro arto anteriore, che è parimente piegato ma libero in fuori; nei ruminanti è lo stesso, colla sola particolarità che il metacarpo e dito si mettono in dentro dell'avambraccio.

In queste due specie di decubito il collo ed il capo tengonsi elevati ed il corpo non cade interamente sul lato, per l'azione del legamento cervicale e dei muscoli estensori. Nel decubito laterale, in cui l'animale stanco riposa pienamente sul lato, appoggiando anche il collo e la testa sul suolo, leggermente flesse le membra, non ci è alcuna azione muscolare.

I solipedi eseguono il meccanismo del rialzarsi, collo stendere e portare in avanti gli arti toracici e prima il libero, indi col raddrizzarli sollevano bruscamente il treno anteriore rimanendo assisi sulla groppa, infine con una vigorosa distensione degli arti pelvici sollevano il treno posteriore, e spesso da ultimo inarcano la colonna vertebrale successivamente nei due sensi.

66. *Movimenti in sito* — L'*impennarsi* o inalberarsi è l'atto col quale i quadrupedi si elevano e si mantengono in piedi sugli arti posteriori.

La meccanica dell'impennarsi si compie in due tempi; l'uno di leggiera flessione del bipede anteriore, e l'altro di energico dispiegamento delle inflessioni, e perciò di projezione e di elevazione del corpo sul bipede posteriore. La spinta di projezione al corpo vien data dal violento dispiegarsi delle due inflessioni degli arti anteriori, cioè dell'inflessione scapolo-omerale e dell'inflessione metacarpo-falangea: la prima si distende mediante l'azione del coraco-radiale e del sopra-spinoso, e l'altra mediante l'azione dei flessori delle falangi. La spinta che risulta da quest'azione è la più efficace. Si comprende, che la forza che nasce dal dispiegarsi i raggi degli arti anteriori, essendo senza effetto contro il suolo, si esercita tutta a projettare in alto il corpo ed a distaccare il bipede anteriore dal suolo.

Concorrono alla elevazione del corpo i muscoli ischio-tibiali ed il gluzio grande. La linea del corpo si muove come un' altalena sui capi dei femori,essendo la colonna renduta rigida dalla contrazione dell'ilio-spinale. Gli arti posteriori per l'elevazione ed il sostegno del corpo debbono essere in una permanente e gagliarda contrazione.

L'impennarsi è un movimento che esige gran forza d'impulso negli arti anteriori per projettare il corpo,e gran forza negli ischio-tibiali e gluteo per elevarlo; e l'animale non può sostenere a lungo quest'attitudine a causa della distanza tra il centro di gravità e la linea di appoggio che ha base sì stretta.

Il cavallo s'impenna senza molta difficoltà, anche sotto il cavaliere, e non ostante abbia nel momento e bassa la testa ed elevato un piede.Nel passo e nel trotto questo movimento dà una grazia all'animale. L'impennarsi è assai più facile al cane ed alla capra ; dovechè il peso del treno anteriore e la debolezza dei lombi lo rendono assai fatigoso nei grossi ruminanti.

67.*Calcio*—È il violento slancio di uno o di entrambi gli arti pelvici in aria ed indietro; si distingue perciò in un ipedale siccome è sempre quello dei ruminanti, ed in bipedale.

La meccanica del calcio costa di molte azioni musculari che si succedon rapidamente. L'animale, rende libero al calcio il bipede pelvico,col trasferire sul bipede toracico una gran parte del peso del corpo e col projettare in alto il treno posteriore, quindi subito eleva e slancia violentemente gli arti posteriori in aria ed indietro.

L'animale che vuol tirare il calcio trasferisce sul bipede toracico una gran parte del peso del corpo col flettere il collo e coll'abbassar la testa; indi proietta in alto il treno posteriore col distendere violentemente le tre inflessioni degli arti pelvici, l'inflessione *metatarso-falangea* mediante l'azione dei flessori della regione digitale, l'inflessione *tibio-tarsiena* mediante l'azione del bifemoro-calcaneo e dei muscoli predetti, l'inflessione *femoro-tibiale* per mezzo della contrazione dei muscoli rotulei, ed infine l'inflessione *coxo-femorale* colla contrazione dei glutei grande e medio. La projezione del treno posteriore in alto è coadiuvata

dall' ilio-spinale, il quale fissando i suoi attacchi anteriori agisce potentemente sollevando la groppa.

Data la projezione al treno posteriore l'animale subito eleva dal suolo e slancia violentemente in aria ed indietro gli arti pelvici. Quest'azione, che costituisce il tiro del calcio, è eseguita col flettere rapidamente sulla coscia, che si mantiene estesa, la gamba per mezzo dei muscoli ischio-tibiali , e coll'estendere il metatarso e flettere le falangi sino all'estremo limite. Le due azioni di projezione e di slancio si succedono con una incalcolabile rapidità.

Col calcio l'animale si difende dagli attacchi dell'inimico, e sovente si vendica dei cattivi trattamenti dell'uomo. Il puledro tira il calcio per vivacità, il mulo per cattiva indole.

68. *Movimenti progressivi in generale.*—I movimenti progressivi sono quelli coi quali l'animale si trasporta da un punto dello spazio in un altro. I loro meccanismi sono vari, e costituiscono le differenti *andature*: però gli elementi di tutte queste sono il giuoco delle membra, lo sviluppo della spinta ed il trasferimento del centro di gravità.

Giuoco degli arti—Gli arti nella progressione danno l'impulso al corpo e lo sostengono alternativamente. Perciò il loro giuoco costa di due azioni essenzialmente distinte: la prima per la quale l'arto si eleva e si spinge in avanti, e l'altra per la quale si estende e poggia sul suolo.

Il meccanismo di elevazione e di projezione in avanti di ciascun arto anteriore è quello stesso della flessione o dell'estensione. Nella flessione dell'arto la spalla fa un piccolo movimento di altalena in avanti mediante l' azione del mastoido-omerale sul suo angolo, ed il braccio appena si estende passivamente: i grandi movimenti cominciano dall'avambraccio, il quale si flette notabilmente, per l'azione del coraco e dell'omero-radiali, come leva di 3° genere. Nel medesimo tempo si flettono il ginocchio ed il metacarpo, per l'azione dei flessori interno obliquo ed esterno; e si flette del pari la regione digitale, mediante l' azione dei muscoli perforato e perforante.

Colla sua proiezione in avanti l'arto tutto intero si muove co-

me la branca di un compasso che si apra,ed il piede descrive un arco di cerchio,la lunghezza della cui corda è la misura dello spazio che si percorre. L' appoggio dell' arto sul suolo è un movimento di estensione—La spalla ed il braccio coll' azione di numerosi muscoli ritornano alla loro primitiva posizione—L'avambraccio si estende sull'omero col mezzo dei suoi cinque muscoli olecranei; il metacarpo si estende sull' avambraccio da formare una sola colonna, coll'azione dell'epitroclo-premetacarpe; infine le falangi si estendono mediante i loro estensori, ed il piede appoggiando sul suolo riceve una scossa che si perde via via nelle articolazioni superiori.

L' arto posteriore si eleva e si porta in avanti mercè la flessione della coscia sul bacino, della gamba sulla coscia , e del piede della gamba. La flessione della coscia è effettuita dall'azione dei muscoli psoas, iliaco e medio gluteo; e l'angolo femoro-tibiale è spinto in alto ed in avanti; gl' ischio-tibiali flettono la gamba; il tibio-premetatarseo flette il metatarso sulla gamba; ed il perforato ed il perforatore flettono la regione digitale. Per tutte queste flessioni, operate quasi simultaneamente, l'arto pelvico si eleva e si porta in avanti secondo una linea più o meno obliqua — L'arto si appoggia sul suolo mediante un movimento di estensione della coscia sul bacino coll'azione del gran gluteo, della gamba sulla coscia coll'azione dei rotulei, del metatarso con quella dei gastrocnemici, e della regione digitale con quella dei due estensori.

Le due famiglie di muscoli flessori ed estensori agiscono con ritmo alterno,sicchè l'azione di una coincide col riposo dell'altra. Anche i nervi flessori sono in gran parte distinti dagli estensori.

Oscillazione dell'estremità — Il giuoco dell'arto nella locomozione consiste nel *levare* e nell'*appoggiare*. Nella progressione ogni arto si muove come un pendolo , non solamente colla sua estremità inferiore ma anche colla superiore, sì però che l'estremità inferiore descriva nello stesso tempo un arco doppio di quello dell'estremità superiore. Ed i due arti di un bipede in moto rappresentano due pendoli , uno dei quali alternativamente levato oscilla colla sua estremità superiore ed inferiore, mentre

l'altro ch'è all'appoggio oscilla soltanto colla sua estremità superiore. Queste oscillazioni dei due arti sono perfettamente isocrone, ma la velocità del piede levato, che descrive un doppio arco, sarà doppia di quella della parte superiore del piede all' appoggio.

In un passo completo il corpo quanto spazio percorre? — Il passo è completo quando tutti e quattro gli arti hanno eseguito il loro movimento: ma siccome gli arti posteriori percorrono lo stesso spazio degli anteriori, così la misura dello spazio percorso si ricava da questi. La traslazione del corpo o del centro di gravità, e quindi lo spazio percorso, corrisponde alle due oscillazioni delle due estremità superiori degli arti toracici; mentre i piedi ne percorrono un terzo di più, dovuto alla posizione obliqua che prendono. Praticamente poi, nel passo lo spazio percorso dal corpo è misurato a un dipresso dalla distanza che nel cavallo piantato intercede tra l' orma del bipede posteriore e quella del bipede anteriore; nel trotto è quasi doppio, e nel galoppo può esser molto maggiore. Perciò la lunghezza del corpo del cavallo è un vantaggio nella progressione;mentre l'altra condizione favorevole si è la lunghezza delle membra.

Ma la velocità si compone,e dello spazio che ad ogni passo si percorre,e della rapidità con cui i passi si succedono, ossia della instabilità dell'equilibrio. La velocità del cavallo è sempre crescente dal passo al trotto, dal trotto al galoppo; i passi nella detta progressione non solamente sono più ampi, ma ancora si succedono sempre più rapidamente, e però dal passo al trotto ed al galoppo l'equilibrio del corpo sugli arti è sempre meno stabile.

L'ampiezza e la rapidità dei passi dipende dall'altezza degli arti, dalla conformazione della colonna vertebrale, dal vigore e dalla attitudine dei muscoli a contrarsi. La massima velocità del cavallo si è di percorrere in un minuto primo mille metri.

Il centro di gravità nelle varie andature si muove in direzione verticale secondo una curva parabolica molto ampia, ed in direzione orizzontale a zig-zag o secondo una linea sinuosa.

Impulso — La forza d'impulso è comunicata al corpo dallo

stesso giuoco degli arti, e segnatamente dei posteriori. Il meccanismo, col quale gli arti posteriori trasmettono l'impulso al corpo, è il dispiegare gli angoli di flessione formati dai raggi che li compongono;poichè la forza risultante dal distendimento incontrerà resistenza invincibile nel suolo, e dall'altra parte comunicherà la spinta al corpo, che oppone una resistenza vincibile. S'intende, che il piede deve essere appoggiato sul suolo, e che l'effetto della proiezione sarà tanto maggiore per quanto il suolo sarà più sodo. I muscoli che dispiegano i suddetti angoli sono i flessori delle falangi, e gli estensori del metatarso, della gamba e della coscia.

L'impulso si comunica al bacino per mezzo dell'articolazione coxo-femorale, ed alla colonna vertebrale per mezzo dell'articolazione ileo-sacrale, quindi al treno anteriore ed al centro di gravità. Questa trasmissione è favorita dalla solida unione delle due metà del bacino, e dalla solidità dell' articolazione del bacino colla colonna vertebrale onde la groppa non oscilli.

Reazioni — Allorchè dopo l'impulso locomotivo il corpo ricade sugli arti che prendono appoggio sul suolo, esso non soffre reazioni violente, le quali comunicherebbero ai visceri splancnici proporzionate commozioni, ma reazioni molto refratte.

Le cause, che refrangono le reazioni dei movimenti, sono: 1° il modo di unione degli arti col tronco; gli arti toracici, che son quasi verticali, sono uniti al tronco da muscoli cedevoli, dovechè gli arti posteriori, che presentano più angoli, sono uniti al tronco con articolazioni ad enartrosi; 2° le flessioni angolari alterne dei raggi che nell'atto della caduta del corpo sugli arti cedono sino a certo limite: tra queste la più utile si è la flessione permanente della regione digitale sullo stinco, la quale cede di più quando la pressione sul piede è maggiore, e così arresta la propagazione dell'urto; 3° la compressibilità e l'elasticità de'dischi cartilaginei, che rivestono i capi articolari, e che sono al numero di sedici negli arti anteriori e di diciotto nei posteriori; 4° la elasticità delle varie parti del piede. Il piccolo ed elegante piede del cavallo riunisce ad una grandissima solidità una notabile cedevolezza ed elasticità. Dappoichè l'ultima falange,

mentre è interamente ricoperta da un zoccolo durissimo, porta sui due margini basilari due grandi ali fibro-cartilaginee flessibili, e riposa in parte sopra un cuscinetto elastico triangolare, che nell' appoggio del piede si deprime ed allontana le dette cartilagini, onde anche la suola si spiana, ed i talloni alquanto si aprono: quindi, cessata la pressione queste parti ritornano alla loro forma primitiva (Bouley). Il piede dei ruminanti termina con due dita, ciascuno rivestito da zoccolo che appoggia colla intera suola. Tra la suola e l' osso del piede è del pari interposto un cuscinetto fibro-adiposo-elastico. Allorchè il piede poggia sul suolo, il cuscinetto elastico n' è compresso, la suola, se è convessa come nel genere bue, si spiana ed i talloni si allontanano, le dita presentano un divaricamento limitato da un legamento crociato, e si aumenta la flessione metacarpo o metatarso-falangea.

I carnivori digitigradi, come il gatto, hanno sette cuscinetti elastici per ogni piede; ciascuno delle cinque dita ne ha uno sottoposto all' articolazione della seconda colla terza falange, un altro cuscinetto ricopre l' articolazione metacarpo e metatarso-falangea, ed il settimo corrisponde al carpo. Ogni cuscinetto risulta di un ammasso di borsette adipose comprese dentro a maglie di un tessuto legamentoso, ed è ricoperto da pelle nerastra e papillosa. Quando il piede appoggia, il cuscinetto si deprime, ed il grasso scappa negl' interstizii delle falangi; indi, cessata la pressione, riprende la forma primitiva.

I carnivori plantigradi appoggiano a terra l' intera faccia inferiore dei loro piedi: laonde questi avevan bisogno di maggiore elasticità, che gli è fornita da cuscinetti elastici digitali, e da un altro cuscinetto che copre tutta la faccia plantare.

69. *Dei diversi movimenti progressivi. Passo* (1). — L'ordine secondo il quale le estremità si muovono nel passo consiste in quattro tempi, nei quali gli arti oscillano successivamente in sensi diagonali; però non è già che ciascun arto levato si appoggi avanti che l' altro il quale gli succede si elevi, poichè l' altro ap-

(1) [illegible] Nanzio, Esippognosia.

punto si eleverà avanti che il precedente abbia compiuta la sua oscillazione.

Il ritmo del passo è il seguente:

a. Gli arti si levano successivamente: anteriore destro, posteriore sinistro, anteriore sinistro, e posteriore destro.

b. L'arto anteriore si leva sempre prima del posteriore che forma con esso un bipede diagonale, ed al contrario dopo di quello col quale forma un bipede laterale.

c. Ci ha quattro *levarsi* e quattro *appoggiarsi* distinti e successivi secondo un tal ordine, che il primo a levarsi è il primo ad appoggiarsi, e così di seguito.

d. Il secondo piede che deve levarsi si stacca dal suolo avanti che il primo sia tornato all'appoggio; del pari, il terzo si leva prima del secondo, etc.

e. Ogni piede è per due tempi in aria e per due tempi sul suolo.

f. Ogni arto levato impiega la durata di due interi tempi ad effettuire la sua oscillazione, cioè a percorrere il tragitto che separa l'orma che lascia e quella che va ad imprimere.

g. Queste oscillazioni dei due arti levati non possono nè cominciare nè finire insieme; poichè quella del piede che primo si è staccato dal suolo è già alla sua metà quando l'altra comincia.

h. Nel corso di quest' andatura vi ha due piedi in aria e due in appoggio.

i. Il corpo è alternativamente sostenuto da un bipede diagonale e da un bipede laterale.

k. Da ultimo, il passo principia sempre da un piede anteriore.

Il centro di gravità, nel passo, soffre quattro traslocamenti orizzontali e successivi, passando da uno all'altro terzo anteriore delle linee che uniscono i bipedi sui quali successivamente si poggia il corpo dell'animale, cioè dal terzo anteriore del bipede laterale sul quale il corpo si poggia, sul terzo anteriore di un bipede diagonale, e così successivamente sull'altro bipede laterale e poi sull'altro diagonale. I movimenti verticali del centro di gravità sono rappresentati da successivi archi di cerchio che hanno per corde le linee dei movimenti orizzontali.

Il traslocamento totale del corpo in un passo intiero è misurato dalla distanza che intercede tra l'orma che un piede lascia e quella che va a stampare. I dati sperimentali dimostrano: 1° che nel passo lento lo spazio percorso da un piede è quasi eguale alla distanza che nella stazione intercede tra il bipede laterale, benchè l'orma del piede posteriore cada alquanto dietro dell'anteriore; 2° che nel passo ordinario lo spazio percorso l'è maggiore, sebbene le orme appena si coprano; 3° che nel passo veloce, allorchè le orme combaciano esattamente, lo spazio percorso è di molto più lungo.

Spazio e velocità— Lo spazio, che il corpo con un passo completo di una qualunque andatura percorre, è misurato dall'ampiezza dell'oscillazione della estremità di un arto, ossia dalla distanza che intercede tra l'orma che il piede lascia e quella che va a fare sul terreno. Nel fatto poi, il corpo del cavallo nel passo molto lento percorre uno spazio quasi eguale a quello che intercede nella stazione tra il bipede laterale; nel passo ordinario e nell'accelerato è maggiore.

70. *Ambio*—L'è un'andatura caratterizzata dal movimento alterno de' due bipedi laterali, essendovi alternamente un bipede levato, e l'altro in appoggio che sostiene il corpo. Quindi per un passo completo di quest'andatura ci ha due battute, e quattro vestigia poichè l'orma dell'estremità posteriore avanza alquanto quella dell'anteriore. Ma allorchè l'andatura è lenta, e l'animale è stanco, non leva ed appoggia i due piedi di un bipede laterale in un sol tempo ma con una brevissima differenza di tempo, onde quest'andatura tiene il mezzo tra l'ambio ed il passo ordinario.

Il centro di gravità nella direzione verticale si trasporta secondo basse parabole, e nella direzione orizzontale si trasporta successivamente dal terzo anteriore della linea di un bipede laterale su quella della linea dell'altro bipede. Questi trasferimenti sono estesi di molto, onde nell'ambio è notabile instabilità di equilibrio, e quindi necessità di rapida successione di movimenti. Le oscillazioni dell'estremità sono nell'ambio eguali a quelle del passo, ma più veloci, perciò si percorre in un dato tempo più spazio: e siccome il centro di gravità si eleva a basse parabole, così l'ambio è pel cavaliere tra le andature la più dolce.

71. *Trotto*—L'è un'andatura caratterizzata dal movimento alterno dei due bipedi diagonali che fanno sentire due battute.

Il trotto, per la velocità, si distingue in *lento, ordinario* e *veloce*. Nel lento l'andatura ha due tempi, poichè il bipede diagonale sinistro si leva quando il destro è all'appoggio, e viceversa; dippiù, le orme dei piedi posteriori non raggiungono quelle degli anteriori. Nel trotto ordinario, l'andatura si assolve in tre tempi, perchè il bipede diagonale sinistro si leva prima che il destro si appoggi, ed in questo tempo intercalare il corpo è in aria, ed è facile a perdere l'equilibrio; in esso le orme dei piedi posteriori coincidono esattamente con quelle degli anteriori. Nel trotto veloce infine le orme dei piedi posteriori avanzano quelle degli anteriori, e ci ha il tempo di sospensione del corpo in aria.

I traslocamenti del centro di gravità, nel senso orizzontale, sono rappresentati da linee che si tirano dal terzo anteriore della distanza di un bipede diagonale al terzo anteriore dell'altro; e nel senso verticale da curve paraboliche di estensione e di elevazione differenti.

Lo spazio che il corpo percorre nel trotto è considerevole, poichè l'esperienza prova che l'oscillazione di ciascun arto è per lo meno doppia della distanza che separa un piede anteriore dal posteriore. Al che si aggiunge la rapidità del muoversi.

Il trotto del bue ha gli stessi caratteri di quello del cavallo, e può avere la stessa velocità, meno la regolarità e l'eleganza.

72. *Galoppo*—È questa la più rapida delle andature. Si distingue il *galoppo a quattro tempi*, o di maneggio, ed il *galoppo a tre tempi* o di carica.

Nel galoppo a quattro tempi i piedi di ciascun bipede diagonale eseguono distintamente il loro levare e l'appoggio, in guisa che il passo completo consiste in quattro battute distinte. Così se ha luogo prima la battuta del piede posteriore sinistro, segue in secondo quella del posteriore destro, in terzo quella dell'anteriore sinistro ed in quarto quella dell'anteriore destro. Questa maniera di galoppo può esser elegante, ma non veloce.

Al contrario il galoppo a tre tempi, che si distingue in *ordi-*

nario e di *carriera* — Il passo completo nel galoppo ordinario è formato da tre battute. Così, supponendo che il cavallo galoppi a destra, il corpo cadrà 1° sul piede posteriore sinistro, 2° sul posteriore destro ed anteriore sinistro che appoggeranno nello stesso tempo, 3° sull'anteriore destro; dopo di che il cavallo sarà di nuovo in aria per ricadere sugli arti collo stesso ordine.

Nel galoppo a destra, l'orma di ogni piede del bipede laterale destro avanza quella del corrispondente sinistro, ed il bipede diagonale destro si defatiga più del sinistro il quale viene ad appoggiarsi in un tempo solo. Il contrario accade nel galoppo a sinistra.

I traslocamenti del centro di gravità nel galoppo, nel senso orizzontale, sono rappresentati da linee che si prolungano dal piede posteriore al terzo anteriore di quella che congiunge le due estremità di un bipede diagonale, e da quel punto al secondo piede che effettua una battuta isolata. I traslocamenti verticali si riducono semplicemente ad una serie di curve paraboliche.

Nel *galoppo di carriera* la successione delle estremità si fa del pari in tre tempi, e non in due siccome si è da distinti ippiatri opinato.

Se a ciascun piede di un cavallo si appicchi un ferro di forma particolare, si vedrà che nel galoppo lo spazio che ogni piede percorre è da quattro a sei metri, e però molto maggiore di quello del trotto e dell'ambio. La durata di queste oscillazioni sì lunghe degli arti levati è tre volte quella degli arti all'appoggio. Adunque nel galoppo gli arti stanno pochissimo tempo all'appoggio, e le oscillazioni si ripetono colla massima celerità, e per esser lunghissime abbracciano molto spazio. I cavalli meglio corsieri sono appunto quelli che levano con molta lestezza, e fanno le più lunghe oscillazioni. Altri cavalli corsieri godono soltanto l'una o l'altra di queste proprietà.

Il cavallo lanciato alla carriera porta la testa al vento, estende il collo, sembra sfiorare coi piedi il terreno, e mettendoli in oscillazione poco li eleva dalla superficie del suolo.

73. *Salto* — L' è il meccanismo col quale il corpo spiccasi dal suolo in alto ed in avanti a notabile distanza.

[Un cavallo corsiero può giungere a percorrere 5 a 6 piedi al secondo. Sin'ora due cavalli si sono principalmente celebrati per la loro velocità, cioè: [illegible] Eclipse [illegible]] che percorreva in un secondo 82½ piedi, ed in un minuto approssimativamente un miglio inglese (in 5 min. [illegible] 5, 7[illegible] Eclipse [1786] che percorreva in un secondo 58½ [illegible]

Il meccanismo del salto costa di due azioni successive, cioè 1° della flessione delle varie articolazioni degli arti, e 2° della subitanea e violenta loro distensione, dalla quale sviluppasi la forza di projezione del corpo.

La flessione che l'animale dà agli arti è tanto più notabile per quanto più alto e più a lungo vuole effettuire lo slancio. E la potenza dello slancio deriva dallo scatto degli arti posteriori; di ambidue questi, se il salto è semplice, come è quello della capra e del gatto, ovvero di uno se lo slancio del corpo ha luogo durante l'andatura del trotto o del galoppo. I muscoli che vi prendon parte sono: gli estensori della coscia, del garretto, della gamba e del piede. Gli arti anteriori, se nello impennarsi spiccano in aria il corpo, contribuiscono ancora al salto, soprattutto se esso è verticale.

L'azione dei muscoli estensori, nell'effettuire questo meccanismo dovendo sollevare di peso il corpo dal suolo e lanciarlo a distanza, è violenta ed energica. L' effetto è in ragione della lunghezza degli arti, e del grado di flessione che l'animale gli dà nel prepararsi al salto, siccome lo si osserva nel gatto, nel tigre, nel leone, etc., i cui slanci sono sì svelti e sì lunghi (Borelli).

La forza di projezione del corpo deriva unicamente dall'azione degli estensori, senza che siavi dalla parte del suolo alcuna reazione. Questa forza, la quale si esercita come quella di un arco appoggiato ad un estremo che si distenda, si decompone in due parti; una che opera dall' alto in basso contro la resistenza opposta dal suolo, e l' altra che opera dal basso in alto contro il peso del corpo, e lo spicca; l' effetto di questa è maggiore allorchè il terreno è più sodo.

Il salto, secondo la direzione, è o verticale, o in avanti, o retrogrado; quest'ultimo non può esser eseguito dai quadrupedi. Pel verticale, gli arti convergono sotto il centro di gravità, e la estensione degli anteriori molto contribuisce a projettare il corpo. Per l'obliquo e parabolico gli arti anteriori sono diretti in avanti, e contribuiscono alla proiezione che deriva precipuamente dai posteriori. La carriera aumenta lo slancio.

Il cavallo è un animale poco atto al salto, esso supera le bar-

riere elevate sino ad un metro. La lunghezza degli arti pelvici e la convessità dei lombi aumentano quest'attitudine. La forza di proiezione nel salto è contrastata dalla gravità del corpo, la quale la distrugge e fa ricaderlo sul suolo. La caduta coincide con una flessione delle varie giunture, la quale concorre ad annullare le reazioni. Il salto può ripetersi, successivamente, ma con facile stanchezza del cavallo.

74. *Rinculare*—Tutti gli animali possono effettuire la locomozione retrograda, la quale è fatta da un giuoco inverso degli arti. Se la proiezione che fa progredire il corpo in avanti deriva principalmente dagli arti posteriori, lo impulso in dietro deriva precipuamente dagli anteriori; or questi sono poco atti a spiegar la forza a ciò necessaria, e perchè sono congiunti al tronco da parti molli, e perchè le loro giunture e muscoli sono men favorevoli alla flessione ed alla distensione. Gli arti anteriori sviluppano detta forza col dispiegare gli angoli del piede, del gomito e della spalla. Nell'animale attelato al tiro anche gli arti pelvici contribuiscono al retrocedere, e la forza d'impulso che in questo caso risulta fa retrocedere dei carichi che la forza di più animali non sarebbe bastevole a tirare in avanti.

L'ordine secondo cui si muovono i piedi nel rinculare è quello stesso del passo. Esso comincia da un piede anteriore, p. e., il destro, segue il posteriore sinistro, poi l'anteriore sinistro, ed infine il posteriore destro; e ciascun piede si appoggia prima che l'altro si levi, ma quando il rinculare è veloce i piedi si levano e si appoggiano in diagonale.

Il rinculare è un moto lento, composto di passi brevi, e non è mai rettilineo. È più facile alla discesa, ma molto dispone alle cadute a rovescio; ed è assai penoso alla salita, massime se l'animale è carico.

75. *Utilizzamento delle forze musculari*. *Sforzo*. Questo è l'azione sinergica delle forze musculari collo scopo e misura di vincere una data resistenza.

Gli sforzi distinguonsi in *volontarii* ed *automatici*. I primi sono determinati e graduati dalla volontà; gli altri da stimoli nervosi naturali, siccome lo sforzo del parto.

1.° La prima condizione ordinaria ma non essenziale dello sforzo si è l'immobilità delle pareti del torace pria dilatato, a fine di dare un punto fisso allo esercizio di molte potenze musculari. L'animale consegue tale condizione col chiudere il glottide dopo aver fatta una profonda inspirazione. Per verificarla si pratichi sopra un cavallo un' apertura al laringe, togliendo il legamento tiro-crioideo medio, a fine di vedere i movimenti del glottide; e si osserverà che, nell' atto in cui l' animale si dibatte o fa uno sforzo, le corde vocali si addossano pel ravvicinamento delle cartilagini aritnoidi : e quando l' animale è attelato, la chiusura del glottide si ripete ad ogni sforzo di tiro, quasi con ritmo. L' elasticità dell' aria chiusa e compressa nel pulmone, nei grandi sforzi è talora causa dello *scoppio* delle veschichette di alcuni lobuli, e quindi dello *enfisema* pulmonale, che è la più possente causa di *bolsagine*. Ma la chiusura del glottide non è indispensabile alla produzione dello sforzo: i cavalli operati di tracheotomia sono del pari buoni al travaglio.

2.° La colonna vertebrale, ponendosi secondo i varî sforzi in flessione od in estensione, diviene rigida.

3.° Le membra prendono sul tronco sodi punti di appoggio, gli anteriori mediante l'azione dei muscoli delle apofisi del garrese, delle prime coste o dello sterno, e le posteriori mediante i muscoli della groppa e gli psoas: quindi han luogo le varie combinazioni di azioni muscolari sia pel tiro, sia pel levarsi dello animale, sia per l' impennarsi, etc.

Nello sforzo si accelera la circolazione, ed essendovi un ostacolo al riflusso del sangue le vene s' inturgidiscono, e l'animale traspira più: ancora la forza della contrazione musculare talora è tanta da spezzare i tendini e da fratturare le ossa, siccome incontra di osservare nelle corse di cavalli.

76. *Del tiro*—L'uomo si ha creato dagli agenti fisici e chimici gran numero di motori, i quali, come la locomotiva, posseggono gran superiorità di forza e di velocità sugli animali, ma sono di molto più ristretta applicazione; mentre l' animale ubbidisce a chi lo governa per trasportare su qualunque via, fangosa, ineguale, erta o scoscesa, ed in tante varie maniere.

Tra queste la più utile si è il *tiro*, il quale si distingue in tiro *al collare*, ed in tiro al *giogo*.

Nel primo, la resistenza si applica intorno al collo con un *collare*, cui si attaccano i tiranti della soma. La forza dell' animale deve non solo locomuovere il peso del corpo ma sì anche la resistenza; e l'impulso parte non soltanto dagli arti posteriori ma pure dagli anteriori, poichè il collare, ossia la resistenza, è posto innanzi ad essi. Da questa cooperazione degli arti anteriori la forza di trazione risulta maggiore.

Gli arti posteriori sviluppano la loro parte d' impulso, come nella semplice progressione ma assai maggiore, mediante la simultanea estensione dei loro raggi flessi; e lo impulso si comunica alla colonna vertebrale, cioè dalla groppa alla parte anteriore del tronco e quindi al collare applicato innanzi alle spalle, il quale rappresenta la resistenza. L' impulso che si sviluppa dall'arto si comunica alla colonna secondo la linea sempre più obliqua che l' arto nella sua estensione va prendendo, e dalla colonna si comunica al collare secondo la direzione della linea lombo-dorsale.

La forza d' impulso non opera sulla resistenza nè secondo la linea del suo sviluppo rappresentata da una retta ascendente dal piede all' articolazione coxo-femorale, poichè in questo senso operando produrrebbe l' effetto di sollevare la parte posteriore del corpo come nel calcio; nè opera secondo la linea lombo-dorsale, poichè questa direzione di forza, essendo inclinata in avanti e coadiuvata dalla gravità del corpo, spingerebbe l' animale anteriormente verso il suolo; ma sì essa opera nella direzione di una retta che si estende dalla estremità inferiore dell' arto che dà lo impulso alla estremità anteriore della colonna e quindi alla resistenza che lo riceve. In questa combinazione l' arto e la colonna rappresentano due aste articolate ad angolo, il quale si spiega per la forza di estensione dell' arto; onde la forza agisce secondo la linea che congiunge le estremità delle due aste.

Ma questa direzione di forza d'impulso è modificata dalla gravità, e la risultante sarà una lieve curva parabolica, che si ripeterà ad ogni momento d' impulsione di un arto posteriore. Al

quale si unisce l' impulso dell' arto anteriore, che si esercita secondo una linea tirata dall' appoggio del piede al punto ove il collare si applica innanzi alle spalle; e questa linea fa pure angolo colla colonna , il quale ad ogni movimento si chiude in senso inverso del primo. Sicchè le forze d'impulso sono rappresentate da due paia di aste articolate ad angolo colla colonna ; le posteriori spingono la colonna collo aprire l' angolo , mentre le anteriori la spingono chiudendolo.

Dall' altra parte,il collare al quale sono attaccati i tiranti della soma pone la resistenza da muovere avanti e contro le spalle dell' animale, onde lo sforzo di questo sarà adoperato a *spingere* e non a *tirare* la resistenza.

La linea della resistenza si è la linea dei tiranti attaccati al collare. La linea della forza e la linea della resistenza si riuniscono nel punto di attacco dei tiranti.Or l'effetto utile della forza sarà tanto maggiore per quanto minore sarà l'angolo formato dalle due linee, e sarebbe completo se la linea secondo cui opera la potenza coincidesse con quella della resistenza.

La diversa inclinazione che si dà alla linea dei tiranti esercita notabile influenza sull' effetto utile della forza adoperantesi al tiro : la più ordinaria in pratica si è la linea inclinata al suolo con seno anteriore, nella quale i tiranti dalla soma ascendano al collare all' altezza del garretto o più spesso della grasciuola. Si comprende, che questa inclinazione crescerà alla salita, e diminuirà alla discesa.

La regola che vuolsi serbare nel dare la direzione più utile ai tiranti si è appunto che la linea dei tiranti non sia di troppo inclinata all' orizzonte, la qualcosa si ottiene e col fare alquanto alte le ruote anteriori della vettura e con l' attaccare non tant' alto i tiranti sul collare. La direzione dei tiranti, quando è troppo inclinata, fa che la resistenza pesi alquanto sul collare, ed impedisce che il movimento del corpo dell'animale si aggiunga alla forza d' impulso per vincere la resistenza. Conviene pure, che i tiranti siano brevi ed inestensibili: in caso contrario occasionano notabile perdita di forza muscolare.

Tiro al giogo— Si è la maniera di attelare applicando la resi-

stenza alla parte superiore della fronte mediante il giogo (1).

E però la forza di trazione si trasmette alla resistenza per tutta la lunghezza della colonna vertebrale, dall'articolazione ileo-sacrale alla testa. L'asta di trasmissione, per esser più lunga e più flessibile nella regione cervicale, l'è più debole e meno adatta all'uffizio. Nondimeno il tiro al giogo si adatta bene al genere bue, per aver questo un collo corto, orizzontale, poco flessibile e molto toroso, che non permette grande perdita di forza. La quale perdita sarà per ciò anche minore nel toro.

La forza d'impulso derivante dagli arti posteriori sarà rappresentata da una retta tirata dal punto di appoggio del piede alla parte superiore della fronte; e quella derivante dagli anteriori da un'altra retta tirata dall'appoggio del piede al medesimo punto.

Le condizioni del tiro al giogo variano secondo che è un solo animale attelato ad un giogo semplice, ovvero son due a coppia attelati ad un doppio giogo. Il bue attelato solo ha più liberi i movimenti, e la sua forza s'impiega tutta a produrre un effetto utile. Nello attelamento a doppio giogo, la linea della resistenza si è il timone, la quale si trasmette al doppio giogo che ha nel mezzo il suo punto di appoggio, e le forze qui si adoperano benanche a trarre. Se i due animali spingono egualmente, si avrà il massimo effetto. Ma due buoi non sono che rade volte di taglia di forza di passo e di genio eguali, onde i loro sforzi non sempre armonizzano. Se uno di essi spiega più della metà della forza di trazione, una parte dell'eccedente produrrà l'effetto di spingere indietro l'altra metà del giogo contro la fronte dell'altra bue, e questo si defatigherà maggiormente.

La direzione del suolo molto influisce su questa maniera di tiro. Il bue che tira una resistenza pesante sopra un terreno orizzontale abbassa la testa; e più ancora l'abbassa nella salita, ed inclina gli arti in avanti e fa corti passi, sì che le orme di dietro non coincidono con quelle d'avanti. Al contrario, nella discesa, alza la

(1) Appo noi, il costume è di non attelare i buoi per la fronte, ma sì per la cervice: e così si fa perdita di molta forza (Caporci).

testa e poi di tratto in tratto l'abbassa, gli arti fanno puntello, e la groppa col corpo vacilla; e della coppia l'animale più forte tiensi più addietro.

Il rinculare dei buoi attelati al giogo è molto fatigoso.

77. *Voce* — La formazione della voce, e in ispecie de' suoni articolati, deriva dal passaggio dell'aria per la rima della glottide e per le parti che a questa stanno di sopra, nonchè dalle vibrazioni ch'essa effettua e che determina nelle corde sonore.

78. *Sperienze sulle laringi troncate* — Se da una laringe tolta dal corpo umano si recidano tutte le parti che stanno sopra le corde sonore, e poscia se ne restringa la rima facendo che le due cartilagini aritnoidee rimangano avvicinate fra loro e fissate con uno spillo; inoltre se dall'angolo della cartilagine tiroidea si tiri una corda di budello che passi per una carrucola attaccata ad un' asta verticale, la quale corda caricata di pesi, tenga la detta cartilagine tiroidea e per conseguenza le corde vocali tese in avanti; se fatto un tale apparecchio si soffi entro la laringe per un tubo applicato alla inferiore estremità di essa, si produrrà un suono che acquista forza variabile a seconda della forza del soffio, e diversa acutezza secondo il grado di tensione ed avvicinamento delle corde sonore (Müller.)

79. *Restringimento della glottide* — La prima condizione alla produzione dei suoni è la strettezza della glottide. Mayo ha veduto in un uomo, la cui glottide era rimasta scoperta a cagione di una ferita, ch'essa nell'atto di produrre un suono rendevasi lineare. La stessa osservazione ha fatto Rudolphi, che venne rinnovata e confermata sugli animali (Magendie, Budge ed altri). Se l'apertura sorpassa un dodicesimo fino ad 1/10 di pollice, non si ottiene alcun suono (Kempelen). Però l'apertura riguarda specialmente la sola metà anteriore della glottide, la quale perciò appunto ha preso il nome di *glottide vocale*, per distinguerla dalla metà posteriore che si è detta *glottide respiratoria*; e questa deve rimaner chiusa ogniqual volta si vuol produrre un suono netto. Ciò è stato osservato da Magendie negli animali, e da Müller nelle laringi recise.

80. *Glottide, organo esclusivo della formazione della voce.* —

Ma dato che la glottide possa restringersi, la produzione dei suoni è possibile anche dopo la recisione totale della trachea, qualora si soffi con forza nella laringe troncata (Müller), egualmente che suole accadere nelle ferite della trachea che non sieno molto grandi, e nelle larghe aperture fatte al di sopra della glottide umana (Nöggerath) ed in quella degli animali (Magendie). È certo adunque che la produzione della voce ha luogo unicamente nella glottide, che la trachea vi conduce l'aria come fa il portavento in uno stromento da fiato.

81. *Altezza della voce* — Entro i confini assegnati alla produzione della voce stanno in generale le modificazioni diverse del suono in *grave* ed *acuto*. Il suono acuto deriva dal numero delle vibrazioni che hanno luogo in un dato tempo. Il numero delle dette vibrazioni nei corpi elastici filiformi, a cui appartengono le corde da violino, si aumenta col mezzo del loro accorciamento o tensione. È noto che si può in una corda da violino tesa elevare il tono di una ottava, dividendola in due parti col sottoporvi un ponticello. Nelle membrane elastiche, e nei corpi non rigidi, come sono le pelli di tamburo e le corde, il numero delle vibrazioni sta in ragione inversa della loro lunghezza, laddove nelle verghe e lamine metalliche o somiglianti altri corpi sta in ragione inversa del quadrato della lunghezza. La prima classe di corpi sonori, che voglionsi in questo caso esclusivamente considerare, è messa in oscillazione o per mezzo della percussione, o mediante il dar fiato che è quanto dire per l'impeto dell'aria. Affinchè un corpo elastico e non rigido, teso in una cornice, possa col soffio dell'aria essere posto in vibrazione e dar toni meglio distinti, bisogna che abbia una certa latitudine. Allora prende il nome di animella. Stromenti ad animella, con superficie metalliche, sono, per esempio, le armoniche da bocca, lo scacciapensieri, e somiglianti; però se ne possono comporre agevolmente con animelle membranose, per esempio, di gomma elastica (Müller). Pertanto, volendo trarre de' suoni dagli stromenti ad animella, è necessario che l'aria pervenga all'animella per un'apertura ristretta, da cui compressa, sia renduta capace di vibrazioni. Di sì fatti stromenti esistono molte specie, che si posso-

no ridurre ad una o a due animelle. Fissando sull'apertura d'un tubo per metà un corpo solido e non elastico, all'altra metà una membrana di gomma elastica, e fra i due corpi lasciando una ristretta apertura, si ottiene uno stromento ad animella unica membranosa. Dando fiato al tubo, si produce un suono chiaro. Sostituendo alla lamina solida una seconda membrana di gomma elastica, lo stromento si converte in uno di quelli a doppia animella membranosa. — La larghezza della rima non ha, secondo Müller, grande influenza sull' acutezza del suono, sempre che, ben inteso, non sia tanto vasta da impedirne la formazione. Le condizioni più importanti sono la tensione o la lunghezza delle membrane — Il suono diventa tanto più alto quanto più grande è l'accorciamento, e negli stromenti ad animelle artificiali si può renderlo tale coll'applicazione delle dita. — Stromento ad animella doppia o membranosa è anche l' organo della voce umana, e si possono produrre suoni chiari o pieni nella glottide ristretta soffiando per la trachea dell'aria entro la laringe recisa. Secondo Ferrein e Müller, come già abbiamo annunciato, non ha una grande influenza sull'altezza dei toni la maggiore o minore ristrettezza della glottide; d'onde si conclude non essere condizione principale la vibrazione dell'aria, ma sì quella dei legamenti elastici.

82. Nella produzione dei suoni acuti può la tensione dei legamenti essere sostituita dal loro abbreviamento, perocchè anche in legamenti affatto rilassati si possono determinare dei suoni, sempre che sieno sufficientemente corti (Müller).

83. L'acutezza dei suoni può finalmente sotto la stessa tensione elevarsi fino di una quinta e più (Müller) mediante soffiamento forte, per cui alla elevazione del suono principalmente concorrono: 1° una maggiore tensione, 2° l'accorciamento, e 3° la forza del soffio.

84. *Lunghezza dei legamenti della glottide* — La brevità delle corde vocali è propria alle femmine ed ai fanciulli. Nelle donne sono nel riposo (mill. 12,2/3), e nella massima tensione (mill. 15,2/3); più brevi di 1/3 di quelle del maschio, che hanno 18 1/4 nel riposo, e 23,1/6 nella tensione (Müller). I suoni che si ca-

vano dalle laringi femminili recise sono in generale più acuti (Müller).

85. *Azione dei muscoli dei legamenti*—A tendere le corde vocali sono destinati i muscoli crico-tiroidei, che tirano in basso la cartilagine tiroide anteriormente, ed i crico-aritnoidei posteriori all'indietro: a rilassarle, ed al conseguente producimento dei tuoni profondi concorrono i crico-aritnoidei laterali, ed i tiro-aritnoidei. La chiusura delle corde vocali verso la parte posteriore, o come la dicono, respiratoria, è effettuata dagli aritnoidei.

86. *Metallo e forza della voce*—Sul *metallo* e sulla *forza* della voce influiscono diverse condizioni: *a*) Il suono diventa più cupo abbassando l'epiglottide. *b*) Il restringimento della glottide produce un tono armonico; anzi la perfetta sua chiusura produce toni più facilmente. *c*) I suoni si fanno più deboli asportando i ventricoli del Morgagni con le corde superiori e l'epiglottide. Appunto perchè il tubo della laringe si divide al davanti in due tubi (bocca e cavità nasali), il suono diventa per questo più armonico, senza pertanto mutare di acutezza (Müller).

87. *Ventricoli del Morgagni*—Dai ventricoli del Morgagni sono le corde vocali messe in condizione accomodata a liberamente oscillare (Malgaigne, Müller).

88. *Estensione della voce umana*—Dalle più o men forti vibrazioni delle corde vocali vengono prodotti suoni estesissimi. Si calcola la portata della voce umana a due ottave e mezzo, arrivando fino a tre ottave nelle grandi cantatrici, com'era la Catalani. Müller con una laringe recisa potè arrivare soltanto a due ottave.

89. *Registro della voce umana*—La voce umana contiene, com'è ben noto, due registri d'intonazione, l'uno de' quali s'appella *voce di petto*, l'altro *voce di falsetto*. Lehfeldt e Müller trovarono che, sotto un forte rilassamento dei legamenti nelle laringi recise, i suoni che vi si producono appartengono sempre alle note di petto, e che quelle di falsetto si ottengono sempre da un soffio più debole; e però la differenza essenziale dei due registri consiste in ciò, che nelle note di falsetto vibrano soltanto i sottili margini delle corde vocali, laddove in quelle di

petto oscillano vivamente e con grande impeto tutti interi i legamenti.

90. *Tessuto elastico delle corde vocali*—Le corde vocali, a motivo del tessuto elastico di cui sono costrutte, sono suscettibili della massima vibrazione. Questo tessuto non è circoscritto ai veri legamenti della glottide, ma si trova nella massima parte della trachea, e singolarmente nei legamenti jo-tiroideo e crico-tiroideo. Esso si distingue dagli altri corpi elastici, qual è la gomma elastica e le corde da violino, perchè la sua facoltà vibratile non soffre alterazione alcuna dallo stato umido; che anzi filamenti umidissimi di tessuto elastico sono capaci di dare oscillazioni quali non possono produrre le corde di gomma elastica.

91. *Toni palatini e labiali*—Astrazione fatta dalle corde vocali, possono generare dei suoni anche il palato e le labbra. Nel russare e nello spurgarsi vibrano gli archi del palato molle quasi fossero animelle, specialmente per l'aria che precipita a traverso la bocca quando il naso è chiuso. Il velo palatino è tirato in giù, e l'aria si fa strada fra esso e la base della lingua.

92. Il fischio è prodotto dall'aria spinta entro il tubo orale che entra in vibrazione, come nei fischietti labiali.

93. *Vocali*.—La pronuncia delle vocali dipende da ciò, che nel passaggio dell'aria a traverso le corde sonore, esse oscillano, ed il rumore che ne succede è diversamente modificato nel suo tragitto dallo spazio compreso fra la lingua e il palato. Questo spazio, denominato da Kempelen *canale boccale*, si dilata al massimo grado nell' *u*, un po' meno nell' *o*, meno ancora nell' *a* ed *e*, ed al minimo nell' *i*. Anche l'apertura della bocca si restringe più o meno secondo l'ordine seguente *u*, *o*, *i*, *e*, *a*. Però questo restringimento nelle pronunciazioni placide delle vocali non è indispensabile.

94. *Consonanti*—Le consonanti si distinguono in *continue* ed *esplosive*. A produrre le esplosive sono necessari due movimenti diversi, mentre alle prime basta un movimento solo. Per esempio, per pronunciare il *b* è mestieri che le labbra primamente si chiudano, e si aprano nell'atto che passa l'aria; invece per pronunciare un *f* è necessaria una sola maniera di movimento.

95. *Continue*—Le *continue* sono aliti che o trascorrono pel canale boccale non impediti,p. e. in *h;* o passano pel naso mentre sta chiusa la bocca in *m, n;* o sono interrotti nel loro tragitto dalle labbra ristrettesi,como in atto di soffiare in *f, v;* ovvero dalla lingua che s'applica posteriormente al palato in *ch* (aspirazione germanica); ossia con vibrazione in *r;* con applicazione sul davanti in *l, sch* (germanico, *sci* nostrale); con applicazione ai denti in *s*.

96. *Esplosive*—Nelle esplosive *g, k* il dorso della lingua s'applica nel primo tempo al palato, nel secondo si stacca e forma apertura: nel *d, t* s'appoggia ai denti superiori e al palato anteriore; nel *b, p* la bocca viene chiusa dalle labbra.

97. La *b, d, g* sono dette esplosive semplici; la *p, t, k* esplosive aspirate.

98. *Voce dei mammiferi*—I diversi mammiferi hanno voce caratteristica e differente; che nel cavallo dicesi *nitrito*, nell'asino *ragghio*, nel toro *muggito*, nel porco *grugnire*, nel cane *bajare*, nel gatto *miagolare*, nel leone *ruggito*.Queste differenti voci dipendono dalla diversa conformazione del laringe e del tubo naso-boccale degli animali.

Le corde vocali del glottide del cavallo sono semplici, nettamente delimitate, e sormontate da ventricoli ampî ed a larga apertura. La plica membranosa del ventricolo sotto-epiglottideo presenta del pari un tessuto elastico sottile. La glottide *vocale* è la metà della lunghezza dell' intera glottide. Il *nitrito* è prodotto da una serie di impulsi espiratorii,i quali pongono in corrispondenti vibrazioni le corde; ma siccome la tensione di queste va rallentandosi nella durata di una espirazione intiera, così i primi suoni di un nitrito sono acuti, gli ultimi gravi. La voce del cavallo risuona alquanto per la vibrazione delle borse gutturali e delle false narici.

Il cavallo castrato e la giumenta non hanno nitrito, ma voce acuta breve e non risuonante.

Il laringe dell' asino ha benanche corde vocali semplici e ben delimitate;ma differisce da quello del cavallo prima perchè i ventricoli laterali ampî hanno strettissima entrata verso il terzo an-

teriore delle corde, e secondo perchè l' ampio ventricolo sotto-epiglottideo manca di lamella elastica, ma la sua apertura ovale si apre e si chiude secondo che l'epiglottide si eleva e si abbassa — Il *ragghio* dell' asino consiste in una serie di suoni acuti e di suoni gravi alternantisi ritmicamente tra loro; gli acuti si producono nelle inspirazioni, ed i gravi nello espirazioni. L' asino che ragghia alterna le inspirazioni e le espirazioni, brevi e quasi convulsive.

La voce dell' asina è più chiara ed acuta, e quella dell' asino castrato l' è più cupa.

Il mulo ha un ragghio debolissimo ma simile a quello dell'asino, ed il bardotto nitrisce come il cavallo: or il laringe del mulo differisce da quello del cavallo per avere il ventricolo sotto-epiglottideo tripartito con una plica semilunare elastica; mentre il bardotto ha laringe simile a quello del cavallo, se ne eccettui che il ventricolo sotto-epiglottideo manca di setto elastico.

La voce del bue è un muggíto grave e senza risuonanza, che si produce con una espirazione sostenuta. Questa maniera di voce dipende da che le corde vocali non sono bene isolate dalle pareti laterali del laringe, son brevi e mancano di ventricoli, onde le loro vibrazioni non son nette nè risuonanti.

Il *grugnito* del porco è un contrasto di suoni gravi ed acuti con metallo speciale. Esso è prodotto da un laringe, che ha due paia di corde vocali separate in ciascun canto da una stretta fissura, che mena in un lungo ventricolo addossato alla faccia interna della tiroide; le corde superiori poco sporgenti son molto elastiche, e più le inferiori costeggiate dai muscoli tiro-aritnoidei; la rima della glottide vocale è ristretta, ed è più lunga della respiratoria. Il grugnito del porco si può riprodurre artificialmente col soffiare mediante un tubo adattato alla trachea nel laringe dell' animale, le cui corde vengano tese e la glottide stretta. Allora si osserverà, che rilasciando le corde vocali, le pareti dei ventricoli offrono estese oscillazioni, e molto si avvicinano tra loro. I suoni acuti del grugnito provengono dalle vibrazioni delle corde vocali tese, ed i suoni bassi e sordi dalle vibrazioni delle corde rallentate, unitamente alle oscillazioni dell'aria e delle pareti dei ventricoli.

La voce del cane presenta una più lunga scala di tuoni e di espressioni; chè il cane col baiare, coll'ululare, col murmurare, col ringhiare o col gemere esprime le varie sue affezioni. Il laringe del cane presenta le corde vocali inferiori ben isolate ed a margini sottili, i ventricoli ampî ma a stretta apertura.

La voce del gatto è il miagolare, che offre pure una certa estensione di tuoni cominciando dagli acuti e scendendo ai gravi; ed allorchè l'animale è in caldo, somiglia molto a quella del bambino. Il laringe del gatto presenta le corde superiori sviluppate come le inferiori, ma dalle vibrazioni di queste precipuamente derivano i suoni.

99. Gli uccelli hanno due laringi, uno *superiore* situato in sul principio delle vie respiratorie, e l'altro *inferiore*, che è il vero organo della loro voce, situato alla parte inferiore della trachea in sul punto della bifurcazione nei bronchi. Il laringe inferiore consiste 1° nel *tamburro* che è un rigonfiamento in parte osseo ed in parte membranoso della trachea, ed è diviso da un setto elastico, 2° ne'due orifizii dei bronchi nel tamburro ciascuno dei quali è fornito di due linguette o corde vocali, la cui tensione è graduata dall'azione di muscoli più o men numerosi, che hanno un punto di attacco sul tamburro ed un altro sui primi anelli di ciascun bronco in corrispondenza del glottide. Questi musculi sono rudimentali nei gallinacci; l'aquila ne ha un sol paio, tre paia ne ha il pappagallo, e cinque paia ne posseggono gli uccelli canori, siccome il lusignuolo, il canarino ed il frinquello. Gli uccelli hanno ancora muscoli elevatori e depressori del laringe, i quali, mentre abbreviano ed allungano il tubo, danno pure alle corde diverso grado di tensione.

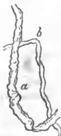
Se si recida la trachea al di sopra del laringe inferiore, la facoltà della voce non ne rimane punto offesa. La voce degli uccelli è del pari prodotta dalle vibrazioni delle labbra di ciascun glottide e del setto elastico del tamburro. Il tamburro è un organo di risuonanza analogo ai ventricoli del laringe dei mammiferi. La scala diatonica, che nei detti uccelli canori è molto estesa, dipende dal vario grado di tensione delle corde vibranti.

100. *Caratteri microscopici dei nervi*—In tutto il dominio del sistema nerveo si trovano le seguenti parti elementari microscopiche: 1. fibre, 2. tessuti membranosi e vascolari.

101. Astrazione fatta da quelle pertinenti ai vasi nutritivi, si trovano fibre nervose di differenti specie. Non tenendo conto delle fibre cellulari, che rivestono i nervi nelle varie parti del sistema, si rinvengono le seguenti quattro forme: *a*) fibre nervee periferiche larghe—*b*) fibre nervee periferiche sottili—*c*) fibre primitive centrali—*d*) fibre spettanti al tessuto unitivo.

102. *Fibre primitive periferiche larghe* — Esaminate in istato di freschezza, rappresentano tubi a margini oscuri e semplici, ripieni di un contenuto bianco di latte e trasparente, e larghi da 1/180, 1/120, 1/200, 1/400 di linea (fig. 31 *a*). Il contenuto suole però facilmente coagularsi, mostrando allora ogni fibra un contorno duplice. Spesso il margine è ondulato, nodoso, e come se dal cilindro nerveo avessero a uscire dei prolungamenti. Il contenuto è oscuro discontinuo, granelloso e cangiante. Nel mezzo vi si scopre sovente (massime coll'instillarvi del sublimato o dell'acido acetico, o col cuocere il nervo nell'alcool) una stria o fettuccia limpida, che talora fa prominenza, e che si nomina *fascetta primitiva*, ovvero *asse del cilindro*. Laonde in ogni tubolino largo nervoso si distingue il velamento, il contenuto, e l' asse.

fig. 51



"L'asse del tubolino, secondo le recenti osservazioni di Remak, sarebbe un budellino contenuto nel tubolino nervoso, e la sua parete sottile si presenterebbe striata di fibrille ".

103. *Fibre primitive periferiche sottili*—Hanno queste fibre un diametro di 1/250 fino ad 1/600 di linea, un contenuto scarso a granulazioni minute, non grumoso, e non costituente mai duplice contorno (fig. 31, *b*). Talora, come le fibre centrali, appaiono varicose. In generale sono limpide e giallagnole più che le larghe. Per quanto è facile distinguere sì fatte due specie, che

hanno caratteristici i segni della larghezza del contenuto e del doppio contorno, per esempio, nel nervo ischiatico, altrettanto è difficile differenziarle nelle forme di transizione, che, sono frequenti nel nervo vago.

104. *Fibre nervee primitive centrali* — (fibre varicose). Hanno la proprietà di rigonfiarsi per l'azione dell'acqua, o di una moderata pressione, o di altre ignote cagioni, assumendo la forma talvolta assai regolare di fili di perle. Il contenuto consiste più o meno in vescichette molto analoghe alle cellule adipose. Di rado hanno doppio contorno; per l'ordinario sono più gracili delle sopraccennate, avendo un diametro di 1/400 fino ad 1/1000 di linea, talvolta anche maggiore.

105. *Fibre cellulariformi* — (gelatinose, o fibre del Remak). Queste fibre possono di leggieri osservarsi, sempre che si metta per 24 ore in acqua un ganglio di un mammifero, per esempio quello del Gasser, se ne sprema fuori una goccia, la si dilunghi con acqua, e la si sottoponga al microscopio. Vi si scorgono allora fra gli altri elementi, parte immutati parte decomposti, delle fibre altresì, facili però a distinguere dalle vere nervose. Le più sottili non superano il diametro di 1/1000,''' le maggiori giungono a 1/600 ed anche meno. Si riconoscono tutte dalla presenza dei nuclei che coprono le loro superficie, e dal terminare frequentemente divise (fig. 32). Si possono perciò mettere a paro colle fibre che assai di sovente s' incontrano nel corpo, e non di rado eziandio nei tumori patologici, null'altro essendo che cellule nucleate allungatesi in forma di fibra.

fig. 32



* Le fibre organiche del gran simpatico, tenuto per 24 ore nell' alcool, si presentano formate parimente da una corda assile varicosa, vestita da una guaina membranosa disposta a striarsi e contenente dei nuclei. Le fibre larghe non sono che fascetti delle sottili non varicose. La corda dell'asse spesso si divide, e nell'ascella della divisione appaiono dei corpuscoli multipolari. Questi formano pure i rigonfiamenti dei cordoni grigi e si trovano in abbondanza nei gangli e nei plessi. I grandi globuli dei gangli spinali

anche mandano da molti punti di lor superficie delle fibre sottili, che dopo aver formate capsule intorno ai medesimi si riuniscono in fascetti, i quali circondano le fibre larghe che si prolungano dai poli dei globuli. (Remak) *.

106. *Presenza delle singole specie*—Le fibre larghe periferiche si trovano quasi senz'altro miscuglio nelle radici spinali anteriori (inferiori), le sottili per lo più nel simpatico, in gran copia nel vago, e in sufficiente quantità nelle radici posteriori (superiori). Le cellulariformi si presentano specialmente in prossimità ai globuli gangliari, e perciò anche nelle provincie del gran simpatico, potendosi seguirle un buon tratto accanto a quei globuli. Le centrali si trovano nel cervello, nella midolla spinale, e nei nervi ottico, olfattorio ed acustico.

107. Le fibre larghe periferiche passano senza interruzione in fibre sottili, in modo che queste due forme non si possono considerare diverse in quanto spetti alla funzione. Un sì fatto passaggio ha luogo tanto alla periferia quanto al centro; alla periferia le terminazioni finali dei nervi si assottigliano e prendono tutti i caratteri che furono descritti al N. 88 (Wagner, Kölliker, Reichert), e parimenti così fanno le radici nervose quando entrano negli organi centrali (Ehremberg, Valentin, Budge). Sembra però che negli organi centrali le fibre, che sono continuazioni dirette delle radici nervose, sieno sostanzialmente diverse dalle altre fibre centrali proprie (86).

108. 2) *Globuli gangliari.*—Oltre alle fibre nervee si riscontra anche una massa fondamentale granellosa, propria tuttavia soltanto delle regioni centrali, nonchè certe forme cellulari munite di nucleo, che formano i così detti *globuli* o *cellule gangliari* (fig. 33 *b c*). Sono corpi microscopici, nei vertebrati dotati di un diametro fra 1/30 ed 1/20 di linea, d' ordinario ammucchiati in gran numero, esclusivi al sistema nervoso, di colore giallognolo, forniti di una materia granellosa, di un nucleo e di uno o più nucleoli. Sono ora rotondi, ora allungati, talora dentellati, e in generale di figura

fig. 33



svariatissima. Possedono alcuni una guaina speciale, altri non l'hanno: con molti si trovano delle fibre in rapporti di continuità manifesta.

109. I globuli gangliari compongono: *a*) i gangli periferici, che sono costrutti di grandissimo numero di questi corpicciuoli commisti parte a veri nervi, parte a fibre cellulariformi, le quali spesse volte si uniscono ad arco con i globuli ganglionari: *b*) si trovano inoltre in alcune sezioni periferiche del sistema nervoso raccolti in copia sì scarsa, e spesso isolati, da essere visibili soltanto col microscopio, nè atti mai a comporre dei gangli manifesti ad occhio nudo, come per esempio nei filamenti nervei del cuore (Remak): *c*) ve ne sono nel cervello e nella midolla spinale in quantità prodigiosa, ma più molli, più dilicati e senza guaina. Il metodo più facile di scoprire senz'altra preventiva preparazione i globuli gangliari nelle parti centrali è quello di prendere un cervelletto umano che sia lasciato giacere un paio di giorni, farvi una puntura con un coltello, istillare sulla punta del coltello una goccia di acqua o di siero, e farla cadere sul vetro obbiettivo. Si ottengono così le più belle cellule gangliari, fornite di uno o più filamenti e sovente fiate ramose.

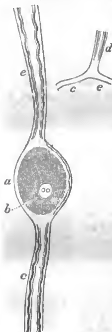
110. *Terminazione delle fibre nervee primitive.* — Di terminazioni periferiche delle fibre nervee primitive si conoscono finora le seguenti maniere — *a*) La loro divisione in fibre sottili. Fu essa osservata nel mesenterio e nei muscoli da Savi, Schwann, Müller, Brücke, Wagner, Reichert ed altri. Più esattamente la studiarono Savi e Wagner nell'organo elettrico della Raia torpedine. Dal termine di una fibra primitiva spuntano rami che si dividono in forma dicotoma (ved. fig. 35, *d c e*). La terminazione dei corpuscoli Paciniani. Questi organi (fig. 34), veduti per primo da Vater, e poscia scoperti da Pacini, sono dei corpicciuoli chiari, quasi trasparenti, grandi da 1/2 a 3/4 di linea, attaccati ad un filamento nerveo per un picciuolo *c d*; il quale pel suo asse lascia passare una fibra primitiva *e b*, che pervenuta nel

fig. 34



corpuscolo finisce unica o multipartita. In alcuni casi la fibra mostra trapassare soltanto il corpuscolo (Henle e Kölliker, Valentin, Bidder). Il corpuscolo Paciniano è composto di forse cinquanta strati concentrici, come le pellicole d'una cipolla, e contenenti fra loro un liquido. Questi organi maravigliosi si rinvennero finora solamente nella palma della mano, e nelle piante dei piedi dell'uomo e dei mammiferi, nel mesenterio e mesocolon de' gatti, nel nervo crurale e plesso sacro, nei plessi addominali, e nei nervi delle parti sessuali maschili. Non si erano trovati negli uccelli, (ma ora Müller ve li ha rinvenuti e delineati; la fibra nervosa vi finisce con un rigonfiamento cellulare). Resta a trovarli negli anfibi e nei pesci. *c*) La terminazione ad anse (Valentin), per cui la fibra nervea si riflette e retrocede. Molti fisiologi, appoggiati ad osservazioni, non credono che queste anse sieno finali; anzi ritengono che nello stesso nervo acustico, ove le dette anse finali appaiono più chiare e certe, non sieno che terminazioni ottuse delle fibre divise (Czermak).

fig. 35



* Le fibre della polpa dentaria e quelle delle papille della lingua dopo le inflessioni continuano il loro cammino verso l'apice, ove terminano libere; e la terminazione delle fibre nervose del labirinto ha luogo con rigonfiamenti cellulari (cellule unipolari) siccome nelle fibre della retina (Wagner). *

111. *Modo di comportarsi delle fibre co' globuli gangliari*—Intorno ai rapporti fra le cellule gangliari dei nervi si sa finora con certezza, che: *a*) si aggirano intorno ai globuli delle fibre che non entrano in essi, e queste sono le fibre cellulariformi del Remak, ved. fig. 33*bc*, *de*—*b*) Che escono fibre dalle

cellule, secondo le recenti osservazioni di Wagner, Robin, Bidder ed altri, al numero di due ai capi opposti della cellula, e sono vere fibre nervee (fig. 35, nella quale *a* rappresenta la cellula, *b* il contenuto col nucleo e nucleoli, ed *e c* le fibre che si prolungano dai poli della cellula). Questa continuità delle fibre colle cellule sembra essere il più frequente di ogni altro rapporto, per cui una fibra che dalle parti centrali comunica con la cellula, se ne prolunga dall'altra parte. *c*) Che vi sono altresì corpuscoli gangliari da cui esce una sola fibra nervea (Kölliker). Si può persuadersene lasciando macerare per 24 ore il ganglio del Gasser di un mammifero, per esempio vitello, e procurandosene colla raschiatura dei pezzetti da mettersi sotto al microscopio. Nei piccioli gangli sono visibili anche senza macerazione (Kölliker). *d*) Che moltissimi globuli gangliari non hanno continuità veruna con fibre nervee, e il numero di quelli è in un ganglio spesse volte di gran lunga maggiore, che non quello delle fibre nervee che sono con esso in rapporto. *Nel passaggio delle fibre primitive nei globuli dei ganglii spinali, la parete del tubolino si prolunga nella interna guaina del globolo. (Remak)*.

112. *Decorso delle fibre primitive alla periferia.*—Le fibre primitive nervose stanno sempre isolate e parallele, cioè a dire che il contenuto di un nervo non si immischia mai con quello dell'altro. Ma per converso le fibre stesse si dividono talora nel loro tragitto, quasi sempre però nella loro estremità finale, risolvendosi in rami sottilissimi (fig. 34, la fibra *d* si divide nelle fibre *c e*). Nelle parti centrali, secondo Kölliker e Stannius, queste divisioni non hanno luogo; furono invece vedute da altri, e da me medesimo.

113. Le radici nervee, che entrano in rapporto di comunicazione colla midolla, mostrano un cangiamento nelle loro fibre primitive; ed è, che le fibre delle radici passando senza interruzione ad esser fibre della midolla si assottigliano sensibilmente (Ehremberg, Valentin, Budge, Kölliker). Le radici posteriori montano in parte lungo la porzione laterale del cordone mediano, che vuol dire verso la midolla allungata, come io ebbi ad osservare nelle rane, e Kölliker nell'uomo. Secondo le mie osserva-

zioni, una parte del cordone posteriore prende una terza strada, cioè in avanti verso il cordone anteriore. Le radici posteriori procedono, secondo Kölliker, del pari verso l'alto ossia ascendono verso la midolla allungata.

114. *Caratteri chimici dei nervi*: *Cervello*. — Il cervello contiene in 100 parti, secondo Vauquelin, 80 parti d'acqua, 7 d'albumina, 5,23 di grasso, 1,12 d'osmazoma, 1,5 di fosforo, 5,15 di cenere (zolfo, fosfato di soda, fosfato di calce, fosfato di magnesia, cloruro di sodio).

115. Il grasso cerebrale è in parte fosforico. Secondo Fremy, risulta in parte di acidi fissi; acido cerebrinico-olifosforico, in parte di margarina, oleina, libera o combinata alla soda. Ancora, Couerbe distingue cinque grassi cerebrali ; colestrina (grasso della bile), cerebroto, stearoconoto, cefaloto, cerebrolo. Nel cervello di un uomo adulto, del peso medio di 3 libbre, si contengono oltre 2 once e mezzo di grasso.

116. *b*) *Midolla spinale*.—La midolla spinale, nella sua continuità col cervello, se ne distingue, secondo Vauquelin, perchè contiene più cerebrina e minor quantità di albumina di osmazoma e di acqua.

117. *c*) *Nervi*.—I nervi sembrano avere composizione analoga al cervello ed alla midolla. Cuocendoli nell'alcool, schizzano fuori un grasso liquido, facendosi poi trasparenti. In un liscivio debole di potassa caustica l'albumina della midolla si discioglie, e rimane il nevrilema a modo di canale vuoto (Berzelius).

118. *Fenomeni fisici nel sistema nerveo*. — Fra il nevrilema e la midolla spinale ha luogo durante la vita, dietro le osservazioni di Matteucci e di Dubois-Reymond, una corrente elettrica. Introducendo un filo metallico nella sostanza di un nervo, ed applicandone un altro alla sua superficie, messi ambidue in contatto con un galvanometro sensibile, succede la deviazione dell'ago magnetico.

119. *Azioni organiche dei nervi*.—L'azione organica dei nervi si riduce, *a*) al senso ed alla sensualità, *b*) al movimento, *c*) alla nutrizione. Senso e sensualità si distinguono in ciò, che col primo il nostro spirito acquista l'idea dello stato del proprio cor-

po, come per esempio sarebbe la fame, la sete, il dolore, e pel secondo acquista l'idea dei caratteri dei corpi spettanti al mondo esterno, per esempio quella dei colori.

Al senso, alla maggior parte delle sensualità, all'eccitamento dei muscoli e quindi al movimento sono destinati de' nervi speciali, che si distinguono coi nomi di nervi sensitivi o sensibili, di nervi sensuali e di nervi motori. Intorno al modo di comportarsi dei nervi destinati alla nutrizione non si ha per anco alcuna cognizione precisa.

120. Queste azioni non sono consociate ad alcun movimento visibile nelle fibre nervose. Allorchè si parla di un fluido nerveo, vuolsi soltanto designare per brevità con tal nome un agente d'altronde affatto ignoto fluora, al modo che suol farsi parlando del fluido galvanico, del calorico e somiglianti. Presa l'espressione di fluido nerveo in questo senso, essa giova assai alla intelligenza. Lo stesso si dica delle parole meccanica e direzione nervosa, con le quali s'intende quel processo, per cui l'attività da un nervo si trasporta ad altre provincie nervee.

121 *a*). Da tutte le facoltà attive dei nervi che si conoscono con precisione, si è venuto in chiaro che la loro attuazione abbisogna sempre di uno stimolo, e ch'esse non si determinano per ciò solo che i nervi appartengono al corpo vivo. Così, per esempio, il cervello si rende attivo allora soltanto che agiscono sovr'esso le eccitazioni delle sensazioni o percezioni dello spirito. — Uno dei principali fondamenti della fisiologia dei nervi si è l'indagare qual sia l'urto che risveglia l'attività di ciascun nervo. Per molti esso è ancora sconosciuto.

122 *b*). L'urto o il movente di una azione nervosa è denominato *stimolo nerveo*.

123 *c*). La direzione del fluido nerveo è centripeta, cioè tendente verso il cervello e la midolla, o viceversa centrifuga dalle parti centrali alla periferia. — Si può acquistare la certezza di questa direzione col mezzo dell'esperienza. Dalla faccia posteriore (negli animali, superiore) della midolla spinale, e del pari dalla anteriore (inferiore) provengono dei nervi, che formano le così dette radici anteriori e posteriori spinali. Dopo essere que-

ste radici trascorse per certi tratti isolate, si riuniscono in un cordone nel corrispondente foro di congiunzione intervertebrale: Se si taglia una di queste radici anteriori vicino al foro, e si stimola la porzione continua colla midolla spinale, non si consegue alcun effetto. Se si taglia invece una radice anteriore vicino alla midolla, e si irrita la porzione periferica, si ottengono scosse nei muscoli a cui vanno i nervi che procedono da quella radice. Se si taglia una radice posteriore vicino al forame intervertebrale, e si irrita la estremità aderente alla midolla, si hanno per riflesso forti movimenti, alcuni dèi quali dinotano dolore. Se si taglia una radice posteriore vicino alla midolla, e si irrita la porzione periferica, manca ogni effetto. Da ciò si può concludere, che la direzione del fluido nerveo nelle radici posteriori è centripeta, e nelle anteriori centrifuga.

124. Nella più gran parte dei nervi del corpo vi sono fibre sì delle radici anteriori, e sì delle posteriori, mescolate tra loro. Laonde reciso il nervo ischiatico si ottengono effetti tanto se si stimoli la porzione che va alle dita, quanto se si stimoli quella che riguarda il midollo. Ma l'effetto nel primo caso dipende dalle fibre che derivano dalle radici anteriori, ed è di moto, e nel secondo da quelle che spettano alle posteriori, ed è di senso.

125 *a*). Però vi sono nervi nel corpo che possiedono fibre o solamente centripete o solamente centrifughe, almeno secondo le osservazioni finora istituite. Troncando, per esempio, il nervo infraorbitale, ed irritando la sua estremità periferica diretta al labbro, manca ogni specie di effetto; irritando la porzione encefalica, si hanno patenti manifestazioni di dolore. Irritando l'estremità centrale del nervo oculomotorio troncato, ovvero del nervo simpatico al collo, non si consegue effetto alcuno; mentre la reazione non manca mai quando s'irrita la parte periferica che non è in continuità col centro.

126. Le radici spinali posteriori sono state designate col nome di *radici sensifere*, le anteriori con quello di *motrici*. Carlo Bell ha fatto la grande scoperta, che se le prime vengono irritate in un animale vivente, danno acuto dolore; se le seconde,

si ha movimento senza dolore. Questo sperimento può essere fatto agevolmente sulle estremità posteriori delle rane, come pel primo ha dimostrato G. Müller.

127. Le medesime disposizioni si osservano rispetto ai nervi cerebrali, siccome negli spinali; perciocchè l'origine con due radici non si trova nella magior parte di quelli, ed ove questa doppia origine è patente, le funzioni non vi sono spartite, come lo sono nelle radici spinali.

128 *a*). L' investigazione delle funzioni dei nervi cerebrali è perciò assai malagevole, essendochè nell' esperienze necessarie a tal uopo si producono guasti nell'organismo spesse volte pericolosi alla vita. Dalla qualcosa procedono i dubbj che ancora vi regnano.Or sembrano essere affatto indolenti il nervo olfattorio, l'ottico, l'oculo-motorio, il trocleare, l'adducente,il facciale,l'acustico e l'accessorio de Willis: intorno ai primi cinque me ne sono convinto colle mie proprie sperienze.Secondo Magendie e Valentin, l'oculo-motorio darebbe anche indizj di senso, mentre da Longet fu trovato insensibile, e ciò corrisponderebbe ai risultati delle ricerche fatte da me e da Waller.

Secondo Magendie e Valentin sono insensibili alla loro radice il facciale, l' acustico e l' accessorio.

Secondo Longet l'ipoglosso lo sarebbe del pari alla sua radice.

Incerto finora è il modo di comportarsi in questo argomento del glosso-faringeo.

129. *b*) Il nervo che più si distingue per l'energia della sua sensibilità, forse sopra tutti gli altri nervi del corpo, è il nervo trigemino. La porzione maggiore è puramente sensibile, la minore tanto sensibile quanto motoria.

Altro nervo dotato ugualmente di sensibilità manifesta è il vago, ch'è anche motore.Nel loro tragitto alcuni nervi eziandio mostrano sensibilità molto chiara, come per esempio si vedono reazioni di sensibilità qualora si irriti l'ipoglosso vicino al muscolo digastrico, ed il facciale in sulla faccia.

130.*c*)L'olfattorio,l' ottico e l'acustico sono denominati *sensuali* perchè le corrispondenti sensazioni si eccitano se le sostanze odorose, la luce ed i suoni agiscono sulle loro terminazioni. Al-

cuni fisiologi considerano il glosso-faringeo come semplice nervo del gusto, altri lo considerano tale in unione al nervo trigemino.

131. *d*) Fra i nervi cerebrali l'olfattorio, l' ottico e l'acustico (nervi sensuali), nonchè la grande porzione del trigemino (prima e seconda branca) hanno direzione centripeta; l'oculo-motorio, il trocleare, l'adducente, il facciale(?), l'accessorio del Willis (?), l'ipoglosso (?), nervi tutti di moto, l'hanno centrifuga; la grande porzione del trigemino col nervò vago sono nervi misti o vogliam dire sensibili e motorj nella radice; finalmente il glosso-faringeo è forse sensuale, sensibile e motorio:

a) NERVI SENSIBILI.

132. Allorchè un nervo sensifero appartenente ad una provincia del corpo è distaccato dal cervello o dalla midolla spinale, questa provincia non reagisce più contro impressioni dolorifere. Recidendo per esempio le radici posteriori dei nervi spettanti alle zampe posteriori di una rana, si può irritare la cute di queste con acidi concentrati senza che esse si muovano. Lo stesso accade nei mammiferi.

133. *a*) Il senso di dolore dipende essenzialmente dalla midolla allungata , in guisa tale che ogni metà della medesima agisce sulla opposta parte del tronco e della faccia. Se per esempio in coniglio eterizzato si recidano tutte le parti molli che stanno fra l'atlante e l'occipite coprenti lo spazio triangolare che ivi fra le dette ossa si trova, e la recisione si faccia con risparmio maggiore possibile dei grossi vasi; poscia se si aprano la dura madre e l'aracnoide, si lasci uscire il fluido sotto-aracnoideo; da ultimo si tagli di traverso la metà destra della midolla allungata, il senso della metà opposta del tronco (sinistra) rimane tanto ottuso, che si può profondamente pungere e incidere la cute, senza averne manifestazione di dolore.

Laonde possiamo conchiudere, che fra la midolla allungata ed i nervi del senso esiste una congiunzione per mezzo di fibre nervee, e che una gran parte di queste fibre congiuntive passa da

una parte della midolla spinale all'opposta. Se si tronca una metà (la destra) della midolla spinale, la opposta parte (sinistra) del tronco, sottoposta al taglio, rimane più scema di senso della corrispondente destra (Schops, Budge, Stilling, Brown-Séquard, Eigenbrodt.)

134. *b)* Per converso è differente il modo di comportarsi delle parti provvedute dal nervo trigemino. Tagliando la destra metà della midolla allungata, rimane senza senso la destra parte della faccia: l'occhio non ammicca più, come se fosse un occhio di vetro inserito nell'orbita, e premendo la cornea le palpebre restano immote: tagliando il nervo infraorbitale, comechè sia estremamente sensibile, l'animale rimane fermo come se gli si tagliassero i peli.

Siccome il nervo vago nasce anch'esso dalla midolla allungata, può dirsi a buon dritto che la stessa midolla sia la sede del senso di tutto il corpo.

135. *c)* Pertanto se si fa una impressione su qualsivoglia parte del corpo, tale da destare dolore, questa impressione agisce sulle fibre sensifere della parte corrispondente, e queste fibre entrando in una o più radici posteriori o nei nervi sensiferi cerebrali affliggono la midolla allungata. — Come sia poi che il dolore si senta appunto colà dove è fatta l'impressione, non è ancora scientificamente chiarito.

136. Il senso di dolore è generalmente accompagnato da movimenti, i quali sono i soli indizj da cui è rivelato il dolore negli animali e nei bambini. Queste manifestazioni dolorifiche possono anche essere represse, per esempio, dall'influenza della volontà.

137. Siccome il dolore è prodotto da stimoli insoliti, così è sempre un indizio, che la integrità del corpo è minacciata, e quindi sorge un conato ad allontanare la causa del dolore medesimo.

138. I nervi sensiferi possono essere perturbati anche senza che si generi senso di dolore, ossia in maniera che risveglino soli movimenti. Questi moti son detti allora *riflessi*. (Marshall-Hall, Müller). Per farsi una chiara idea dei moti riflessi, si provi il se-

guente sperimento. Si decapiti una rana in sito sì basso che resti amputata anche la midolla allungata, indi si apra la colonna vertebrale, e si tronchi la midolla spinale alquanto più in su della origine di una radice posteriore, per esempio, l'ottava. Successivamente si tagli presso al forame intervertebrale la radice posteriore, che rimane perciò attaccata alla midolla, la si adagi sopra un sottile cannello di vetro, e la si galvanizzi; allora succederanno scosse nella zampa. La direzione nervosa in questo caso è dalla radice posteriore irritata verso ed a traverso la midolla, e da questa alla radice anteriore motoria. Se in qualunque punto la direzione è interrotta, cessa ogni effetto. Dunque se, per esempio, si tagli la radice motrice, manca naturalmente la scossa, come altresì quando la midolla, che mantiene la comunicazione fra le due radici, fosse distrutta. — È chiaro che se la radice posteriore non sia recisa al foro vertebrale, e perciò le sue fibre sieno tuttora continue con una parte del corpo, come sarebbe a modo d'esempio con una porzione della cute, lo stesso fenomeno, qual è la scossa, succederebbe tuttavia, ogni qualvolta s' irritasse la corrispondente provincia cutanea. Però questo fenomeno può aver l' accennato completo successo allora soltanto che la midolla spinale sia rimasta in così piccola parte qual è quella designata più sopra, o quando la rana fosse stata da buon tempo decapitata, e la mortificazione fosse già molto innanzi proceduta. Diverso n'è il risultato se l' esperimento si esegue subito dopo la decapitazione.

139. Se si tocca un piccolo punto della cute, per esempio in vicinanza all'ano, ad una rana di recente decapitata, si vede l'animale esercitare assai forti movimenti con tutte le parti del suo corpo i cui nervi non sieno separati dalla midolla spinale; stende or l'una, or l'altra zampa posteriore verso la parte irritata, e fa dei moti, come se volesse scappare dalla causa irritante; gira il tronco, stende le estremità anteriori nella direzione del punto stimolato, ma soltanto nel caso che la porzione di midolla spinale, da cui procedono i nervi di questi arti anteriori, non sia danneggiata, e si trovi in continuità col rimanente della midolla medesima. — Da questi fatti si può trarre la conchiusione:

che lo stimolo il quale irriti una quantità relativamente scarsa di fibre sensifere, ecciterà non solo le fibre corrispondenti delle radici posteriori, ed il relativo tratto di midolla spinale, ma diffonderà altresì l'affezione per la stessa midolla, ove per un meccanismo tuttora ignoto saranno provocati de' movimenti di riverbero. Bisogna figurarsi che in essa agisca un principio, mediante il quale è determinata la combinazione di accomodati movimenti. Questo principio si estingue a poco a poco dopo la morte, più presto nei mammiferi che non negli amfibi. E secondo che questo principio è o non è ancora attivo, i moti riflessi sono ora adeguati, ora limitati a semplici scosse, ora molto estesi, ora solamente locali.

140 *a*). L'energia de'moti riflessi, fatta astrazione dalla midolla spinale, dipende altresì da altre circostanze, cioè 1.° dalla intensità dello stimolo, 2.° dalla stessa sensibilità del nervo, 3.° dal numero delle fibre irritate. Non tutti i nervi sensiferi, a pari numero di fibre, sono del pari eccitabili; e perciò la forza della reazione deve necessariamente variare. Così, a mo' d'esempio, i moti riflessi dietro l'irritazione dei reni sono più leggieri che dietro quella degl'intestini.

141. I moti riflessi si distinguono da ogni altra specie di movimento pe'seguenti caratteri: 1. Nascono dietro stimoli portati sui nervi sensibili. 2. L'irritazione è accompagnata da dolore. 3. Si producono inscientemente ed involontariamente, cioè senza il concorso d'idee e del cervello.

142. Si è osservato, che i moti riflessi hanno luogo più facilmente quando il cervello è distrutto o renduto inattivo. Questo fenomeno è specialmente manifesto nelle malattie del cervello. Se, per esempio, il destro emisfero cerebrale è compresso da un corpo straniero, la volontà non esercita sovr'esso alcuna influenza, e come il destro emisfero influisce sui nervi motori della sinistra metà del corpo, così questa metà rimane paralitica. Gli stimoli esterni, come sono il calore moderato, applicati sulla parte paralizzata, eccitano non di rado scosse senza dolore, mentre gli stessi stimoli nella metà sana del corpo rimangono senza importanza. — Se la volontà è indebolita dal sonno, dalle

affezioni e da'patemi dello spirito, si effettuano di leggieri i moti di riflessione. — Negli animali decapitati i fenomeni sono più forti di prima; anzi subito dopo la decapitazione non manifestano la massima loro intensità, come alquanto più tardi.

143. Dalla volontà siamo fatti idonei a sospendere i moti riflessi, per esempio, l'ammiccare colle palpebre se un corpo straniero entri nell'occhio. Ciò significa, che il cervello ha la preponderanza sugli organi in cui sono svegliati quei movimenti.

144. Agli organi centrali del moto riflesso appartiene innanzi tutto la midolla spinale, e singolarmente, come si è dimostrato più sopra, alcune sue provincie. Se in una rana, si tagli la midolla in più luoghi di traverso, si possono determinare dei moti reflessi nelle singole parti del corpo, che appartengono all'uno o all'altro pezzo di midolla recisa. Un secondo organo centrale è la midolla allungata. Negli animali in cui la respirazione è del tutto cessata, è un fenomeno molto frequente il moto respiratorio in seguito ad irritazione di una porzione di cute; e questo si osserva tanto nei mammiferi che nelle rane. Siccome i moti respiratori procedono dalla midolla allungata, è mestieri che la determinazione dei medesimi si faccia da questa parte del sistema nerveo. È verisimile, che anche il respiro normale sia da riguardarsi come un moto riflesso: l' aria costituisce lo stimolo che agisce su tutti i nervi sensibili; da questi viene eccitata la midolla allungata, e da essa i nervi motori che imperano sui muscoli respiratori. — Appartengono del pari alle riflesse le varie modificazioni dei movimenti della respirazione. Ciò è specialmente interessante di scorgere in certe forme di conati di vomito. Si irriti in un cane l'estremità centrale di un nervo vago reciso, e si avranno conati di vomito regolari (Budge e Waller). Dalle fibre centripete del nervo vago viene eccitata la midolla allungata, e quindi probabilmente per mezzo del nervo frenico determinato il movimento vomitorio. Anche dopo la recisione dei due nervi vaghi succede lo stesso fenomeno. Dalla irritazione della mucosa laringea (fibre sensibili del vago) si produce la tosse per fibre motrici dello stesso nervo. Da irritazione della mucosa nasale pel nervo trigemino si ha lo sternuto.

Il terzo organo centrale de'moti riflessi, e più specialmente per quelli dell'iride, è costituito dai corpi quadrigemini. Si irriti col galvanismo il nervo ottico, e si avrà restringimento della pupilla: lo stesso effetto si otterrà irritando la porzione centrale del medesimo nervo troncato. Recidendo l'oculomotorio, la pupilla rimane immobile (H. Mayo). Si possono amputare gli emisferi cerebrali, i talami ed il cervelletto, senza che quel fenomeno resti abolito; ma non sì tosto si recidono i corpi quadrigemini anteriori (nates), cessa affatto qualunque alterazione della pupilla (Flourens, Longet, Budge).

Finora non si conoscono altri organi centrali del moto riflesso.

145. Questi movimenti di riflessione servono essenzialmente a conservare il corpo ed a proteggerlo dalle esterne influenze dannose.

* Nei movimenti riflessi il passaggio dell'azione nervosa dalle estremità centrali delle fibre centripete sulle estremità centrali delle fibre centrifughe non si può spiegare per una semplice *contiguità* e per una legge d'*induzione* dalle une sulle altre, ma per un'*azione* propria delle *cellule fibro-polari* che mettono in comunicazione il sistema delle fibre centripete con quello delle centrifughe, componendo così il sistema *eccito-motore* della midolla.

Lo stato attuale delle conoscenze sulla struttura anatomica della midolla spinale fa credere, che non tutte le fibre sensitive concorrono alla formazione di siffatto sistema, ma che quelle di alcune parti, siccome sarebbero le fibre sensitive dei muscoli e delle membrane sierose, risalgono i cordoni posteriori della midolla senza mettersi in comunicazione colle cellule della sostanza grigia, dove che le fibre centripete della pelle e delle mucose si combinerebbero alla base delle corna posteriori della sostanza grigia cogli ammassi di cellule multipolari (Wagner). *

146. *Scopo del senso* — Oltre al dolore ed ai moti riflessi che sono determinati dalle fibre sensibili, si producono altresì istinti e sensi interni. Così le fibre sensifere dei muscoli sentono il grado della loro tonicità e della loro contrazione, e svegliano la propensione al moto od alla quiete. Quelle del nervo vago distribuite nel cuore e bagnate dal sangue, sentono le condizioni

fisiche di questo liquido, cioè la sua maggiore densità o fluidità, e risvegliano la sensazione della fame e della sete (1): quelle della polpa dentale sentono la forza di resistenza che devono opporre i muscoli masticatori per frangere corpi più o men duri, e comandano così la necessaria forza di contrazione delle fibre muscolari, ec., ec. Il senso di soddisfazione, di mal essere, di forza, di resistenza, ec., nonchè molti affetti dell'anima, come l'angoscia e somiglianti, hanno il loro ultimo fondamento nello stato delle fibre sensibili.

b) NERVI SENSUALI.

147. *Cervello* — I nervi sensuali hanno il loro organo centrale negli emisferi del cervello, come fu scoperto da Flourens. Gli emisferi cerebrali sono gli organi del corpo col ministero dei quali da ultimo si agisce sull'anima, e su cui primamente reagisce. Sotto questo punto di vista gli emisferi cerebrali possono chiamarsi gli organi dell'anima, senza che con ciò si voglia credere che le facoltà psichiche sieno funzioni del cervello.

Le sperienze sulle funzioni del cervello si eseguono con maggiore profitto sugli uccelli. Togliendo ad una colomba, per esempio, i due emisferi, risparmiandone, secondo la mia esperienza, la parte posteriore, essa rimane ferma nel punto ove si ripone, accasciata e tranquilla, senza più prender cibo o bevanda; spinta avanti, cammina alquanto, e poi ricade nella sua quiete; gettata in aria, vola, urta spesso negli oggetti che incontra, e ricasca a terra. I cani non conoscono più i loro padroni, i gatti perdono la loro ferocia, le talpe non razzolano più, e cose simili. Tutti restano in questo stato lungamente conservati vivi: Flourens mantenne vivo un pollo per mezzo anno, durante il quale non mangiava, se non gli si metteva bene addentro nella bocca il grano per eccitare mediante l'azione ri-

(1) Con argomenti di egual valore fisiologico si può sostenere, che la sensazione della fame si avegli dall'azione del sangue scarso di principii nutritivi sulle estremità cerebrali delle fibre nervose dell'8.° paio; ovvero che essa sia destata da uno stimolo alcalino sulle papille gastriche di questo nervo.

flessa il moto di deglutizione: l'istinto generativo era affatto perduto,e con essi altresì ogni percezione,ogni conoscenza ed ogni specie d'istinto.

148. Colla perdita di un emisfero cerebrale rimane paralizzata la metà opposta del corpo, temporaneamente negli uccelli, per sempre nei mammiferi, cioè non è più dominata dalla influenza dell'anima. Negli uomini basta una pressione per determinare lo stesso effetto.

c) NERVI MOTORI.

149. *Specie diverse di movimenti-Moto riflesso* — Quando dal sistema muscolare sono effettuati dei movimenti,sono sempre in ultima analisi i nervi motori che li determinano coll' eccitare i muscoli. Ma l' attività dei detti nervi presuppone uno stimolo, e spesso questo un altro , e così di seguito. * Nel moto reflesso l' eccitazione parte dai nervi di senso, e rapidamente negli organi centrali si trasporta sui nervi di moto. Questa comunicazione sembra effettuarsi dai corpuscoli nervosi, che stanno in mezzo all'uno ed all' altro sistema di fibre *. Intorno alla specie importantissima di movimento che appellasi riflesso V. sopra il N. 138 e seguenti.

150. *Moto volontario* — *(Cervelletto)*— La seconda specie è il moto volontario. Organo centrale sembra esserne il cervelletto, dietro le sperienzo di Flourens. Togliendo ad un uccello quest' organo , la testa si ripiega fortemente indietro, l'animale si rovescia, non può più camminare , nè stare, nè volare , la talpa non può raspare, nè il cane mordere sebbene avesse lo istinto di farlo, e conservasse del pari la integrità delle sensazioni.

* Il cervelletto ha ugual valore fisiologico (è un equivalente) in tutte le classi dei vertebrati? Negli uccelli esso è l' organo dell'equilibrio e della progressione; nei pesci no , la sua asportazione non altera l' equilibrio e la vivacità del loro moto. Ma in tutti gli animali quest' organo non mai è riflettore. Ferito a disegno non induce mai convulsioni (Wagner)*.

151. *Moti associati* — Terza specie è il moto associato. Esso consiste nel muoversi di una parte non sottoposta a nessuno stimolo, nell'atto che muovesi un'altra. Se, per esempio, si fa cadere la luce sopra un occhio, si restringe la pupilla non soltanto dell'occhio illuminato, ma sì anche dell'altro che fu tenuto all'oscuro. Longet ha osservato che se un nervo ottico sia stimolato, le due pupille si restringono ad un tempo; e lo stesso effetto si consegue irritando uno dei corpi quatrigemini. — Queste osservazioni confermano ciò che ad occhio nudo si crede di scorgere nel nervo ottico e nel suo chiasma, cioè che una parte dei filamenti di ciascun nervo decorre sullo stesso lato, mentre un' altra parte si decussa. Dalle ricerche fatte da M. J. Weber e R. Wagner risulta probabile, che altri nervi cerebrali ancora si comportino nella stessa guisa. — Nell'occhio sono ancor molti gli esempi di moti associati: girando un occhio in alto o in basso, l'altro segue la stessa direzione. — Una singolare eccezione è la rotazione di un occhio all'esterno (n. abducente), la quale è seguita da rotazione all'interno dell'altro. Ma in questo ruotarsi del globo internamente (n. oculomotorio), si restringe la pupilla (n. oculomotorio). — Se un dito si piega, anche gli altri fanno lo stesso, ecc. Non è ancora nota la causa interna di questi moti associati.

152. *Moti antagonisti* — Quarta specie è quella dei moti antagonisti. Questi movimenti sono caratterizzati dall'effettuarsi senza stimolo interno, allorchè non agiscono più i nervi motori dei muscoli di azione opposta. Petit ha osservato che recidendo al collo il nervo simpatico la pupilla si chiude. Ciò s' intende coll'attività che assume il nervo oculomotore quando il suo antagonista è tolto di mezzo. — Troncando i nervi destinati alla estensione di una parte, ne succede una flessione permanente. — Se una metà della faccia è paralitica, l'altra si contrae d'avvantaggio. Una metà del corpo paralizzata da una pressione al cervello dà luogo alla contrattura dell'angolo boccale, e di tutta la faccia del lato sano. — Se in una paralisi del facciale vuolsi chiudere l' occhio (azione del nervo facciale), il bulbo dell'occhio si ruota in su (azione del nervo oculo-motore). I moti antagonisti ren-

dono verisimile il concetto che i nervi del corpo sono mantenuti in continua attività da uno stimolo che finora non può essere diffinito , e non possono per converso rivelare i propri effetti a causa di altri stimoli eguali d'intensità che operano su nervi opposti.

153. ***Moti d'imitazione*** — Quinta specie di movimenti è quella dei moti d'imitazione, chè si manifestano specialmente nei movimenti respirarorî. Così, per esempio, lo sbadiglio, il riso, il pianto, ecc., svegliano facilmente a chi guarda l'identico movimento senza presentire il coordinamento delle azioni nervee centrali, da cui è prodotto sì fatto fenomeno.

d) ORGANI MOSSI INVOLONTARIAMENTE.

154. ***Iride.*** La pupilla si può restringere:

a) Per diretta irritazione del nervo oculo-motore (H. Mayo);

b) Per irritazione del nervo ottico (H. Mayo), come opera la luce nelle morbose affezioni della retina; nel qual caso è conseguenza di moto riflesso;

c) Per irritazione del corpo quatrigemino anteriore (Flourens);

d) Per troncamento del simpatico al collo (Petit); ed allora è l'effetto di antagonismo fra questo nervo e l'oculomotore;

e) Dietro estirpazione della regione cilio-spinale della midolla (Vedi N. 128 — Budge e Waller);

f) Nei conigli per troncamento del trigemino (Foderà, Magendie), come altresì per irritazione del primo ramo dello stesso nervo, ed anche della midolla spinale (Budge e Waller); o nei cani dietro stimolo portato sulla midolla allungata (Budge);

g) Per locale irritazione dell'occhio negli animali vivi, od appena morti (Budge e Waller).

155. La *pupilla* può dilatarsi:

a) Per diretta irritazione del gran simpatico, dal secondo ganglio cervicale fino alla sua entrata col ramo ciliare nel ganglio lenticolare (Budge e Waller);

b) Per diretta irritazione della regione cilio-spinale. Questa regione è una località della midolla scoperta da Budge e Waller,

che sta fra l'ultima vertebra cervicale e la prima dorsale. Col secondo paio de' nervi toracici ascende il simpatico destinato alla pupilla, fuori della midolla spinale. La pupilla non si dilata più sotto le irritazioni di questa provincia spinale, se il simpatico siasi anticipatamente troncato (Budge e Waller * R. Wagner ha trovato, che sul moto di dilatazione della pupilla ha maggior influenza la midolla superiore all'ultima vertebra cervicale, che non la porzione inferiore; e che l'effetto dovuto alla midolla è sempre più energico di quello dovuto al simpatico del collo. Il par vago è senza influenza sui moti dell'iride; *

c) Nelle paralisi dell'oculo-motore;

d) Spontaneamente dopo la morte, quando il trigemino e l'oculo-motore hanno perduto la loro irritabilità;

e) Per irritazione locale nell'occhio negli animali completamente eterizzati, come pure alcun tempo dopo la morte.

156. Il senso dell'iride deriva dal nervo trigemino.

* Le suddette influenze dei nervi sui movimenti dell'iride ci fanno intendere le leggi del restringimento e della dilatazione della pupilla, che così sono state da E. H. Weber formulate :

1.° La pupilla si contrae tanto più per quanto maggior luce ferisce la retina, ed in un punto più vicino all' asse dell'occhio, e tanto più si dilata per quanto minore è l'impressione della luce sulla retina. Rimanendo costante la luce, il grado di apertura della pupilla si accomoda alla vista — Nel caso di aumento della eccitabilità dell' occhio e del cervello la pupilla si stringe, e si dilata allorchè l' eccitabilità ne sia scemata.

2.° La pupilla dell' uomo si contrae se gli occhi convergono a veder distintamente gli oggetti vicini, e si dilata se tendono a veder distintamente oggetti lontani.

3.° In tutti la pupilla si contrae a grado massimo nel sonno normale, ed al contrario si dilata nel sonno invernale sì che acquisti la media ampiezza.

4.° La pupilla si dilata all'ultimo grado e finalmente rendesi immobile per effetto del succo di belladonna e di altre piante narcotiche. La belladonna, applicata in sulle pertinenze di uno degli occhi, dilata soltanto la pupilla di quello; ma se viene assorbita da' vasi sanguiferi dilata entrambe.

5.ª Se con frequenti scariche elettriche si stimoli l'iride o i suoi nervi, la pupilla si dilata e si restringe, sì però che nei mammiferi la dilatazione superi la contrazione, ed al contrario negli uccelli. Presso i quali i movimenti dell'iride sono eccitati anche da stimoli meccanici applicati sui nervi.

6.ª I movimenti dell'iride eseguonsi a nostra insaputa; ma quando sono associati ad altri movimenti comandati dalla volontà, sono dallo stimolo di questa eccitati insieme *.

157. *Cuore.*

a) I battiti sono momentaneamente sospesi sotto una forte eccitazione galvanica della midolla allungata e dei due nervi vaghi (fratelli Weber e Budge).

b) Lo sono parimenti sotto una forte eccitazione di un vago solo (Budge).

c) Egualmente sospesi pel momento rimangono essi per una commozione meccanica forte del cuore, come sarebbe gettando con forza una rana a terra (Budge).

d) I battiti si mantengono immutati sotto una debole irritazione galvanica, essendo d'altronde illeso l'animale, e scemano quando lo stimolo è mediocremente forte.

e) Dopo la morte, spesso ma non costantemente aumenta il numero e la forza dei battiti irritando i nervi cardiaci (Fowler, A. de Humboldt).

f) Se un nervo vago sia reciso, e varie settimane dopo lo si stimoli, l'irritazione della estremità periferica produce aumento nelle pulsazioni cardiache (Budge e Waller.

g) Troncati i nervi simpatici d'una rana, l'irritazione del nervo vago fatta un'ora più tardi accresce i battiti del cuore, talvolta dopo una precedente sospensione (Budge).

h) Distruggendo in una rana la midolla allungata, molte ore dopo si accresce il polso del cuore irritando il nervo simpatico nella cavità toracica od addominale (Budge).

i) Anche nei mammiferi l'irritazione del plesso cardiaco arreca spesse volte, dopo la morte, aumento in quelle pulsazioni (Budge).

Da tutte queste osservazioni si deduce, che colle eccitazioni

fatte al nervo vago i battiti cardiaci si aumentano, se il cuore ha perduto della sua irritabilità; ed irritando il nervo simpatico altresì, allorchè il vago e la midolla allungata non lo tengono più in equilibrio.

* Il metodo,di cui si serve Wagner,permette di fare le surriferite esperienze anche sui mammiferi senza aprirne il torace.Esso consiste nel far penetrare attraverso la parete toracica nel ventricolo sinistro del cuore verso l'apice un ago di acciaio lungo circa 90^{mm},e fornito di una piccola testa in rame di 4^{mm}.Si comprende come i movimenti di oscillazione dell'ago tradurranno il numero e la intensità delle contrazioni del cuore, che meglio potransi valutare facendo battere la testa dell'ago sulla parete di un bicchiere. Così si osserverà, che:

1.° Quando con una corrente d'induzione, energica e discontinua, si ecciti la midolla allungata, si avrà lungo riposo del cuore; meno poi se si eccitino i due nervi vaghi; e meno ancora quando se n'ecciti un solo.In tutti e tre i casi l'ago si arresta, e presenta un lieve e vivace tremolio, che è l'espressione di piccole contrazioni dei fasci muscolari del cuore in diastole.

2.° Se si eccitino i nervi simpatici con un apparato d'induzione, accadrà diminuzione nel numero dei moti del cuore sino a metà, e la respirazione resterà sospesa. L'effetto maggiore si ha allorchè se n'ecciti un solo.

3.° Tagliando i vaghi ed i simpatici, ne deriva aumento nei moti del cuore. Lo spavento, che fa cessare l'influenza del cervello sul cuore, produce lo stesso effetto.

Nei moti del cuore si distinguono l'*energia* di contrazione ed il *ritmo*. La commozione e la paralisi del par vago, o fa cessare, o fiacca notabilmente la forza dei moti del cuore; dovechè le irritazioni del gran simpatico ne alterano specialmente il ritmo (de Martini, Goll).

Arterie — La recisione o l'allacciatura del cordone di comunicazione tra il ganglio cervicale inferiore ed il superiore, ovvero l'asportazione di quest'ultimo ganglio, è causa di turgescenza vascolare nella carotide e sue diramazioni,e di aumento di temperatura nella corrispondente metà della testa. Dunque la toni-

cità e contrattilità dei tubi arteriosi sembra dipendere dalla innervazione del gran simpatico. — Si osserva che, recidendo in una rana tutt' i filetti del gran simpatico che si anastomizzano ed associano col plesso crurale, nella membrana natatoria dell' arto corrispondente diminuirà notabilmente la velocità della *circolazione capillare*, con turgescenza dei minimi vasellini *.

158. *Stomaco.*

a) L'irritazione del nervo vago determina movimenti nello stomaco (Longet, Bischoff).

b) L'irritazione del cervelletto, de' corpi quatrigemini e dei talami, genera movimenti nello stomaco (Budge, Valentin).

c) L'irritazione della midolla spinale nelle vicinanze dello stomaco aumenta i movimenti del medesimo (Budge, Volkmann).

159. *Intestino.* — L' irritazione dello splancnico e del ganglio celiaco accresce secondo Müller i moti intestinali.

160. *Vescica.* — *Intestino retto.* - *Parti generative.* - Si possono certamente porre in movimento eccitando il nervo simpatico nella cavità addominale, nei conigli, fino dalla 6.ª vertebra lombare (Budge). Le altre influenze nervose non sono ancora difinite, e neppure tutte le sorgenti nervee degl'intestini.

161. *Cuori linfatici delle rane.* — Sono sospesi i moti dei posteriori allorchè si distrugge la midolla spinale (Volkmann); ma spesse volte tornano a battere col ritmo giusto, più debolmente però e per tempo assai breve (Panizza, de Martini, Valentin, Eckhard, Schiff, Mayer e Budge). In questi cuori non si trovano gangli.

e) SECREZIONE e NUTRIZIONE.

162. Dopo la recisione del nervo trigemino, del simpatico e del vago succedono perturbazioni all' occhio. Secondo Magendie ed altri, 24 ore dopo la recisione del trigemino nel suo tronco la cornea s'intorbida, più tardi diventa bianca ed opaca, e la congiuntiva si fa rossa, infiammata e suppurante. Due giorni dopo s'infiamma l'iride, e si copre di pseudomembrane. Al terzo giorno gli umori dell'occhio diventano torbidi, fluiscono

fuori, e l'occhio si converte in un picciolo tubercolo. Questi fenomeni sono manifesti soltanto allorchè il taglio si fa davanti e non dietro il ganglio del Gasser.

Dopo la recisione dei nervi di una parte, non ha luogo mai più infiammazione e suppurazione in conseguenza di stimoli; il quale fatto è stato osservato da Magendie dopo aver troncato il trigemino all'occhio, e da Schröder van der Kolk, dopo aver recisi i nervi delle estremità, e dopo aver troncata la midolla spinale.

Ma la nutrizione di una parte a cui vengan tagliati i nervi non è necessariamente abolita. Dopo distrutta la midolla spinale, Stannius ha veduto continuare la nutrizione delle gambe, Bidder ed altri continuare la circolazione nella membrana natatoria delle rane. Anche dopo il troncamento dei nervi delle estemità si formò secondo Monro il callo, nè ebbe luogo alcuna durevole denutrizione (Monro, Arnemann, Arnold.) Lo sviluppo di un dente incisivo rotto si effettuò malgrado la recisione del nervo trigemino (Mayo).

Troncati i nervi vaghi, succedono congestioni sanguigne nei polmoni.

* Dopo che nella rana sono stati recisi i filetti del gran simpatico che vanno all'arto posteriore in unione de' nervi crurali, si osserverà succedere alla diminuita attività capillare la flaccidezza ed il rammollamento della membrana natatoria e dei muscoli. S' inferisce da ciò, che la nutrizione dipende più da vicino dalla innervazione del gran simpatico, che non da quella di senso e di moto della vita animale. *

Troncato il nervo ischiatico, Müller vide formarsi decubito.

Troncato l'infraorbitale ne' conigli, cadono spesse volte i peli della barba.

Risulta da qualche sperienza, che la recisione del par vago non sempre abolisce la secrezione del succo gastrico, e quindi l'attuazione della digestione (de Martini). Ma più spesso la recisione del nervo vago pregiudica la digestione, e forse anco la sospende del tutto : più non si riscontra la reazione acida del succo gastrico (Tiedemann, Legallois, ed altri) scema benanche la formazione dello zucchero nel fegato. Irritando presso la o-

rigine del vago il quarto ventricolo e le olive, trovasi sui conigli entro due ore lo zucchero nelle orine e nel sangue, e quindi un artificiale diabete melato (Bernard).

Dietro la recisione dei nervi dei reni ovvero della midolla spinale, l'orina diventa acquosa, e talvolta sanguigna (Krimer, Müller, Budge).

I patemi deprimenti possono portar la canizie (Eble), mutare la secrezione della saliva (Mitscherlich), quella delle orine e della bile (Burdach), e disturbare l'assorbimento (Westrumb).

Nei mostri con mancanza della midolla spinale si è osservato che mancavano altresì i nervi spinali, ed i muscoli addominali; mentre la cute, le glandole sudoripare, la cellulosa, i tendini, le ossa, le cartilagini, ed i vasi, nonchè la massima parte dei visceri erano perfettamente organizzati (Alessandrini, E. H. ed E. Weber). Per lo più nella mancanza congenita dei nervi non sono sviluppati normalmente gli organi a cui essi dovevano appartenere (Tiedemann). La deficienza del cervello non esclude la buona nutrizione nei mostri.

f) ORGANI CENTRALI E PARTI PERIFERICHE

163. Quando un nervo è tagliato, il tratto che aderisce alle parti centrali si mantiene sano, laddove le fibre dell' estremo periferico degenerano perfettamente (Nasse, Günther e Schön, Waller).

Tolta di un nervo motore la continuità colle parti centrali, la irritabilità della porzione periferica dura per certo tempo ancora, e più tardi si estingue. Se p.e. in un coniglio si estirpa un pezzo del nervo ischiatico, e se ne irrita cinque o sei settimane dopo l'estremità periferica, non si ottiene più alcuna scossa. — Da ciò appare, che la irritabilità sia una forza intrinseca negli stessi nervi, ma che non può sussistere senza la continuità colle parti centrali.

164. La sensibilità ed il senso non possono esistere che per mezzo dell'organo centrale.

165. Perchè la sensibilità, il senso e la percezione possano

determinare un movimento, è indispensabile l'influenza dell'organo centrale.

166. Fra l'anima ed il corpo è organo intermedio l'encefalo.

167. Le impressioni sensifere e sensuali possono soffrire un cangiamento per opera dell'organo centrale, perciocchè col suo mezzo si determina nell'anima un giudizio di queste impressioni. Dietro questo giudizio noi localizziamo soventi volte il sito della sensazione e del senso. A ciò si riferisce il noto sperimento della sferolina che si scivoli fra due dita accavallate l'uno sull'altro (indice e medio),e la sensazione illusoria che ne dipende,cioè della presenza di due sfere ; perchè, mentre la sferolina unica ruota dall'alto al basso, vien toccata ad un tempo lateralmente dalle facce esterne delle dita, d'onde il giudizio che la superficie convessa che tocca il medio, e l'altra superficie che scorre sull'indice, appartengano a due corpi distinti. Allo stesso principio deve rapportarsi altresì il falso giudizio degli amputati, che credono addolorare quel membro che più non possedono.

168. Sia il cervello in qual si voglia maniera irritato, non si genera indizio di dolore e di scossa. Gli emisferi cerebrali possono in tutti gli animali essere amputati, punti o lacerati, senza che l'animale riveli dolore. Ma se in animali così mal conci, anche dopo la perdita degli emisferi vien tocco un nervo sensibile p. e. il trigemino o la midolla allungata, i segni del dolore si fanno immediatamente palesi.—Così pure nelle trapanazioni dell'uomo il cervello si mostra indolente sotto le irritazioni.Laonde se le malattie di quella regione sono accompagnate da dolore, la sede di esso è nei nervi della dura madre o nelle espansioni del quinto pajo.

Tutte le irritazioni che sono limitate agli emisferi cerebrali, non sono mai accompagnate da scosse in alcuna parte del corpo, quando si esercitano sopra animali i cui emisferi sieno stati scoperti.—È quindi verisimile, che le scosse solite ad accompagnare le encefaliti nell'uomo non provengano direttamente dal cervello,ma forse non rappresentino che una manifestazione di moti riflessi.

169 *a)* Lo stesso risultato si presenta quando il cervelletto è irritato superficialmente.

170. *b)* I corpi quatrigemini anteriori, la parte profonda del cervelletto, i peduncoli cerebrali, la midolla allungata, e la metà posteriore (superiore negli animali) della spinale, danno per converso patente senso di dolore, e dietro irritazioni fanno nascere convellimenti muscolari.

171. *c)* Se poi la parte anteriore (inferiore negli animali) della midolla spinale sia affatto insensibile, non è per anco deciso. Dietro le mie osservazioni non lo sarebbe totalmente; ma in ogni modo il senso sarebbe assai scarso.

172. *Rapporto dei singoli nervi del corpo colle azioni nervose delle parti.* — La sensibilità deriva:

Alla *fronte* considerata dall'interno all'esterno, dal sopratrocleare, frontale, e sopraorbitale, rami della prima branca del trigemino; esternamente, ed alla *regione temporale* deriva dal nervo temporale superficiale, ramo del terzo, e dal temporale malare, ramo della seconda branca del trigemino.

Alla *cute capillata* del capo, anteriormente deriva dal nervo frontale e sopraorbitale, e dal temporale superficiale; nel mezzo e posteriormente proviene dal nervo occipitale maggiore, produzione del secondo cervicale, e dall'occipitale minore, produzione del plesso cervicale:

Sotto all'occhio, esternamente deriva dal sottocutaneo malare della seconda branca del trigemino; internamente e in basso fino alla regione boccale deriva dai rami dell'infraorbitale, propagini della seconda branca del trigemino, ed alla radice del naso dal sopra ed infratrocleare della prima branca.

Anteriormente al padiglione dell'orecchio deriva dal temporale superficiale, e dal grande auricolare che viene dal plesso cervicale.

Al *mento* deriva dal nervo mentoniero della terza branca del trigemino.

Alla parte esterna del mento fino al collo deriva dal nervo cervicale superficiale del plesso cervicale.

Dietro l'auricola è fornita dal nervo occipitale minore ed auricolare posteriore del plesso cervicale.

Alla *palpebra superiore* è fornita dal sopraorbitale, e dal sopra ed infratrocleare della prima branca del trigemino.

Alla *palbebra inferiore* la sensibilità è fornita dall'infraorbitale, ramo della seconda branca del trigemino.

All'*angolo esterno dell'occhio* la sensibilità è fornita dal nervo lacrimale della prima branca del trigemino.

Alla *congiuntiva*, dallo stesso e dall'infratrocleare.

Alla *glandola lacrimale* deriva dal nervo lacrimale; al *sacco* dall'infratrocleare; alla *cornea*, *coroidea* ed *iride* dai nervi ciliari lunghi del ganglio ciliare.

All'*orecchio esterno* deriva la sensibilità dal temporale superficiale ramo della terza branca del trigemino, e dal grande auricolare del plesso cervicale. Al *meato uditorio esterno* dal temporale superficiale ed auricolare del vago; alla *tromba eustachiana* ed al *timpano*, dal timpanico del glosso-faringeo, dal plesso carotideo interno, e dal ganglio otico (?)

Nel *naso esterno* la sensibilità proviene dall'infraorbitale della seconda branca, e dall' infratrocleare ed etmoidale della prima branca del trigemino. Nella *cavità nasale*, dall'etmoidale, infraorbitale e sfeno-palatino. Nei *seni frontali* dall' etmoidale, nei *mascellari* dai dentali superiori della seconda branca del trigemino. Nei *seni sfenoidali* dal ganglio sfeno-palatino.

Alla *lingua* deriva dal linguale della terza branca del trigemino e dal glosso-faringeo.

Ai *denti superiori* dall'alveolare posteriore, e dal dentale superiore dell'infraorbitale; nelle *gengive superiori* dagli stessi e dal ganglio sfeno-palatino; nei *denti inferiori* e gengive dal mascellare della terza branca del trigemino.

Nel *palato* e nelle *tonsille* la sensibilità deriva dal ganglio sfeno-palatino, dal linguale del trigemino e dal palatino del glosso-faringeo.

Nella *mascella inferiore* e *glandola sublinguale*, dal ganglio mascellare.

Alla *parotide*, dal temporale superficiale della terza branca del trigemino.

Al *collo* e *nuca*, dal plesso cervicale.

Alla *parte superiore del torace* e *delle mammelle*, dallo stesso; nelle restanti parti del tronco e delle estremità, da'nervi dorsali lombari e sacri.

Nella *laringe*, *trachea* e *polmoni*, nel *cuore*, *stomaco* e *fegato* la sensibilità è sostenuta dal vago, e dal sistema gangliare.

Negl'*intestini*, *milza*, *organi orinarj* e *generativi* dai varj plessi del sistema ganglionico addominale.

Il moto dipende:

Nei *muscoli masticatorj* dalla terza branca del trigemino.

Nel *frontale*, *corrugatore* ed *occipitale*, dal nervo facciale.

Nei *muscoli dell'orecchio interno* dipende dal ganglio otico e dalla terza branca del trigemino.

Nella *pupilla*, dall'oculo-motore e dalla porzione cervicale del simpatico.

Nell'*orbicolare delle palbebre*, dal facciale.

Nell'*elevatore delle palpebre*, nei *retti superiore interno* ed *inferiore*, e *nell'obliquo inferiore* dipende dall'oculo-motore.

Nel *retto esterno*, dall'abducente.

Nell'*obbliquo superiore*, dal trocleare o patetico.

Nei *muscoli del naso*, *guance* e *bocca*, dal facciale.

Nel *buccinatore*, dal facciale e dalla terza branca del trigemino.

Nei *muscoli della lingua*, dall'ipoglosso.

Nel *geniojoideo*, dallo stesso.

Nel *milojoideo*, dalla terza branca del trigemino.

Nel *digastrico*, dalla stessa e dal facciale.

Nello *stilojoideo*, dal facciale.

Nei *muscoli palatini*, dal glosso faringeo.

Nello *sterno joideo* e *sterno tiroideo* dipende dall'ipoglosso.

Nel *tirojoideo*, dal vago.

Nell'*omojoideo*, dal plesso brachiale.

Nel *diaframma*, dal plesso cervicale e dal plesso celiaco.

Nello *sterno-cleido-mastoideo* e *cucullare*, dall' accessorio e dal plesso cervicale.

Nella *faringe*, dal vago coll'accessorio e glosso faringeo.

Nell'*esofago*, dal vago.

Nello *stomaco* dipende dal vago e dal simpatico; nei tenui inte-

stini dal ganglio celiaco. Secondo Valentin i moti di tutti gli organi della cavità toracica ed addominale possono essere determinati da irritazione delle singole parti del nervo simpatico. Dietro le mie recenti osservazioni possono, nei conigli, essere messi in movimento dal cervelletto lo stomaco ed il cieco, sotto le irritazioni energiche del medesimo. Nelle altre parti del corpo le fibre motrici e sensibili sono riunite nel medesimo nervo, ed in questo procedono associate l'eccitabilità di senso e di moto.

La sensualità deriva, all'*occhio* dal nervo ottico, all'*orecchio* dal nervo acustico, al *naso* dall' olfattorio, ed alla *lingua* dal glosso faringeo.

173. Dalle parti centrali si possono trasmettere le azioni da un nervo agli altri, e formarsi così dei moti e delle sensazioni combinate.

Se si mette in azione un nervo che non è stato direttamente irritato, ma che sia omonimo a quello dell'altro lato, o suo vicino, ovvero stia anche in una provincia diversa dal primo, e se quest' azione non è necessaria ed adeguata, il moto od il senso determinati in tal guisa si diranno *associati*.

Esempj di sensazioni associate sono— Dolore negli altri denti per la carie di uno; dolore di un' articolazione, quando è ammalata la corrispondente dell'altro lato; prurito al naso nelle verminazioni degl' intestini; doglie uterine secondarie nei dolori delle mammelle delle lattanti, ec.—Esempj di associazione si manifestano però anche in certi nervi la cui cognazione non è nota, come a ciò sembra specialmente inclinato il nervo trigemino; e di tal genere sono i dolori frontali nelle affezioni dolorose del tubo digerente.

I moti associati possono per influenza della volontà essere limitati od impediti. Sembra perciò, che la volontà eserciti un forte impero sui nervi motori, più valido del principio di associazione. Se la volontà per converso non può seguitare ad esercitare questa influenza sopra una parte, le associazioni vi si fanno allora con grande facilità. Così Marshall-Hall osservò, che una gamba paralitica fu lanciata in alto sotto un accesso di tosse.

174. Negli organi centrali si riscontrano molte decussazioni

delle fibre nervee delle due metà del corpo. Nella midolla spinale sembrano i fasci dei nervi motori percorrere lo stesso cordone nel quale sono entrati. La recisione di una metà dell'allungata, o della midolla spinale produce paralisi di moto del medesimo lato. All'opposto i nervi del senso devono incrocicchiarsi.

175. Dietro distruzione di una metà del cervello o cervelletto, dei talami, dei corpi striati, dei tubercoli quatrigemini, succede paralisi al lato opposto del corpo.

176. Per lesione dello stesso encefalo il corpo si rivolta alla parte opposta dell'offesa.

177. *Gangli* — Agli organi centrali si sono annoverati dopo Winslow e Comparetti, in diversi tempi, anche i gangli. Questa idea venne appoggiata sui fondamenti che seguono.

a) « Gli organi a cui pervengono i nervi de'gangli, quali sono « il cuore, gl'intestini, la vescica, le parti generative, si muovono « senza stimolo manifesto.» Però non puossi conchiudere che i gangli sieno i moventi, per ciò solo che da essi vanno nervi al dato organo, e che ogni movimento presuppone un movente—« *b*) Alcuni di questi organi, fra'quali il cuore, hanno un movimen« to ritmico; siccome altri moti ritmici sono affatto dipen« denti dal sistema nerveo centrale, tali sarebbero i respiratori « che dipendono dalla midolla allungata, così ove sono i mo« vimenti ritmici, ivi dev'essere dipendenza da una parte nervosa « centrale. Ora poichè il cuore amputato dal corpo si muove a « cadenza, devono di necessità questi organi centrali trovarsi « dentro di lui; e questi sono i gangli ». Ma questo teorema, che tutti i movimenti ritmici dipendano da una parte centrale del sistema nerveo, non è dimostrato; oltre a che non tutti gli organi che hanno gangli, ed anzi neppure la più gran parte di essi, si muovono a cadenza regolare, siccome osserviamo negl'intestini che hanno movimenti irregolarissimi—« *c*) Dopo la distruzione del « cervello, della midolla allungata e spinale, il cuore batte anco« ra, e si hanno pur anco dei movimenti da altri organi invo« lontarj.». È però mestieri tener conto di quest'altro fatto, cioè di certe parti del corpo ove non si trovano gangli, come p. e. le estremità, le quali sotto irritazioni artificiali si mettono in

movimento continuato, e spesso anche più prolungato che non facciano le altre parti con apparenza spontanea. La differenza quindi sta non nella attitudine ad esser mosse, ma soltanto nel movente. Dunque la facoltà di essèr mosse senza le parti nervee centrali non può risiedere nei gangli. Che poi da questi gangli emani l'eccitazione, è cosa che aspetta ancora una dimostrazione— « *d)* Ove sono gangli, ivi il moto dura anche cessata l'irri« tazione ». Ciò non è giusto. Nell'epoca degli amori delle rane si osserva, che la gamba amputata, alla quale stanno ancora attaccati i nervi, suole da sè e per lungo tempo tremare quando siasi da prima molto irritata.

178. Alla esposta opinione sembra tuttavia far sostegno l'origine di fibre nervose dai globuli gangliari; di cui l'ufficio è tuttavia indefinito.

179. *Condizioni necessarie al mantenimento dell'attività nervosa.* — Per conservare l'attività nervosa sono indispensabili le condizioni seguenti:

a) Ogni parte del corpo perde la propria sensibilità e la sua attitudine a muoversi per cause interne, se i nervi, che stanno fra essa e gli organi centrali cioè cervello e midolla spinale, sieno stati recisi e non più siensi ricongiunti. Intorno agli organi a moto involontario le osservazioni sono ancora incomplete. In essi dura, almeno per certo tempo ancora dopo la recisione, apparentemente e senza esterna occasione la facoltà del movimento, come dopo la distruzione di tutti gli organi centrali si osserva nel cuore e negl'intestini. Però siccome è possibile, che mantengano questa motilità nel cuore il sangue, negl' intestini l'aria ed il contenuto, così non si può con certezza sostenere, che la causa eccitatrice risieda propriamente nell'organo. Interrotta la continuità dei nervi ancorchè con un taglio sottile, il principio nervoso non passa da un capo all'altro del nervo reciso. *b)* Nessuna parte nervosa sembra potere resistere in una continuata azione, ma sì aver mestieri di pause alterne. *c)* Pel cervello e per la midolla è di grande importanza il fluido accumulato sotto all'aracnoide, e che inaffia quei due organi; imperciocchè se questo fluido cerebro-spinale si evacui, succede negli animali una

grande apatia e prostrazione che dura fino alla rigenerazione di esso. (Magendie).

180. I movimenti del cervello e della midolla durante la vita sono soltanto passivi. Nell'atto della espirazione il cervello s'innalza, perchè i seni venosi si riempiono vieppiù di sangue, e così lo sollevano; viceversa esso si abbassa sotto l' inspirazione, per la quale maggior copia di sangue rifluisce nella cavità dilatata del torace. Nei grandi animali il cervello s'innalza anche sotto la sistole dei ventricoli, cioè nel polso arterioso, essendo che le arterie divengono allora più turgescenti di sangue (Ecker, Flourens).

181. *Movente* o *stimolo*. — Ogni fenomeno prodotto dal sistema nerveo ha per base un movente che appellasi *stimolo nervoso;* il quale può procedere dall'anima, od indirettamente da una parte del sistema dei nervi. Così la volontà libera agisce sul cervello, ed il cervello è il movente dell' azione dei nervi per l'adempimento dei moti volontarj. L'influsso della volontà sul cervello è il più consueto e più normale stimolo de' nervi del moto volontario, ma non è il solo. Gli stimoli meccanici, elettrici, ec., portati sui nervi motori hanno per effetto contrazioni muscolari, ma i moti non sono composti, adeguati e coordinati. Nei moti normali volontarj agiscono dunque sulle parti muscolari corrispondenti i nervi che loro appartengono, su questi il cervello, e sul cervello la volontà.

Sui movimenti involontarj, come sono quelli della respirazione, dei cuori linfatici degli amfibj, del cuore sanguigno, degl'intestini, della vescica, dell'utero, del testicolo, della cute, della milza, dei condotti escretorj, agiscono del pari i nervi motori eccitati. Questi sono al certo risvegliati in alcuni movimenti, come sarebbero quelli della respirazione, da un altro organo nervoso. L'estirpazione della midolla allungata ha tanta influenza sui moti respiratorj, come quella del cervello sui movimenti volontarj. Ma all'incontro non evvi alcuna parte del sistema nervoso, la cui rimozione tolga per sempre ad un tempo i movimenti del cuore, degl'intestini, della vescica, ec., sebbene il battito del cuore si renda più debole e raro colla distruzione della midolla allunga-

ta. Un cuore di rana estratto dal corpo può continuare a battere ancora 24 ore. — Poco tempo dopo che il cuore in sito ha cessato di battere, può tuttavia essere rimesso in azione mediante irritazione fatta sulla midolla allungata o sui nervi vaghi. — Analoghe esperienze si hanno rispetto agl'intestini, allo stomaco, agli ureteri, alla vescica, ed alle parti generative (Budge, Valentin). I moti del cuore e degli altri organi dotati di moto involontario si sono considerati, sebbene senza prove concludenti, come prodotti da gangli che entrano nel loro tessuto, e che si stimano altrettanti speciali organi centrali (Winslow, Bichat, Volkmann ed altri). Essi possono d'altronde eccitarsi per opera del contennto di sì fatti canali muscolosi, qual è il sangue e l'aria nel cuore, operanti sulle estremità nervose periferiche di questi organi, sebbene non se ne abbia ancora la piena certezza.

182. Vi sono certi stimoli che risiedono continuamente nel corpo, e non mancano mai; primo trai quali è la *bile*. Applicandola, non diluita dalla cistifellea, sopra un nervo, produce scosse nei muscoli corrispendenti a quel nervo. Più energica ancora è l'azione dell'acido bilico e della bilina (Budge).

Il residuo del sangue, dopo che gli si estrassero tutte le sostanze coagulabili, agisce sui nervi come stimolo energico, fino a portare il più forte tetano (Budge). È verisimile che i sali del sangue, e specialmente la soda sieno la causa di questo fenomeno. Anche gli alcali secondo Humboldt appartengono ai più forti stimoli nervei.

183. La maggior parte degli stimoli, e forse tutti, sembrano esser atti ad eccitare tutti i nervi indistintamente. Una pressione od un colpo sull'occhio apporta fenomeni di luce, ed anche figure colorite (Purkinje), forse perchè lo stimolo meccanico eccita le fibre della retina; un colpo sull'orecchio produce rimbombo, una pressione sopra un nervo sensibile, dolore; sopra un nervo motore, scosse muscolari; un urto sulla lingua sveglia gusto amaro. — Lo stimolo elettrico sveglia nell'occhio sensazione di luce, nella cute dolore; nei nervi muscolari occasiona contrazioni di muscoli; nell'orecchio secondo Volta uno strepito, secondo E.

Weber un rimbombo. L'odorato ed il gusto non pare che rimangano direttamente eccitati dalla elettricità, ma perchè da questa produconsi materie odorose e sapide. Gli acidi e gli alcali hanno azione sui nervi sensibili e sul gusto, e niente affatto sulla vista, sull'udito e sull'odorato. Per la luce vi è il solo nervo ottico, pei suoni il solo acustico, per le sostanze odorose e sapide i soli nervi dell'odorato e del gusto; per la libera volontà non sono impressionabili i nervi sensibili e sensuali, nè le fibre motrici del simpatico, ma sì soltanto quelle fibre motrici che si distribuiscono ai muscoli della vita animale.

184. Vi sono degli stimoli che agiscono altramente se sono applicati direttamente sui nervi, o se sono trasportati nel sangue. A questi, che generalmente si appellarono *alteranti*, appartengono specialmente i narcotici. Si tocchi p. e. un nervo d'una rana viva per un certo tempo con soluzione di oppio: esso si comporterà come se fosse stato allacciato; ma sotto e sopra quel punto esso resterà sempre capace di azione, senza che abbiano luogo effetti generali, i quali sogliono venire in campo tostochè quell'agente entra nel sangue. Non siamo neppure in grado di avvelenare un'animale per mezzo dei nervi, come altresì non è necessaria la continuità dei nervi d'una parte per ottenere da questa via un generale attossicamento. Si può p. e. avvelenare una rana col fare un taglio nella cute delle sue posteriori estremità, e instillarvi una goccia di soluzione di stricnina. Comunque si siano preventivamente i nervi dell'arto recisi ben alto, dopo quella operazione si avvelena l'animale colla stessa rapidità come si sarebbe fatto a perfetta integrità del membro.

185. *Impressionabilità de' nervi per gli stimoli.* — I nervi sono talvolta straordinariamente eccitabili agli stimoli, e più che altri i nervi motori per l'azione del galvanismo. All'epoca degli amori delle rane nei paesi caldi riesce talvolta, toccando un nervo con un metallo diversamente riscaldato, di determinare scosse muscolari: anzi si ottengono queste scosse in una gamba amputata il cui nervo, preparato da prima anatomicamente, tocchi un'altra rana che sia soggetta alla irritazione elettrica, senza che la corrente elettrica passi nel nervo della coscia amputata. — Anche nelle ma-

lattie umane sopraggiunge talvolta una sorprendente suscettibilità tanto nei nervi sensibili che nei motori.— Però non si conoscono ancora le condizioni, sotto le quali un nervo diventa un reagente così eccessivamente sensitivo.

185. *a*) I nervi presentano il sorprendente fenomeno di avere dei punti più irritabili,e degli altri meno,sebbene lo stimolo sia sempre lo stesso.Se per esempio con una debole corrente galvanica si irritino i nervi crurali d' una rana a passo a passo, si vedrà che in alcuni punti spesso assai limitati,che io nomino punti nodosi, lo stesso stimolo non produce scosse, mentre un pajo di millimetri più lungi darà l' effetto di contrazioni manifeste. Così p. e. il nervo ischiatico alla coscia della rana è irritabilissimo lì dove spicca il maggiore de'suoi rami.Un millimetro sopra un tal punto non vedesi spesse volte alcun effetto, come del pari un millimetro sotto (Budge).

185. *b*) La irritabilità dei nervi può essere esaltata o depressa per pressione sul nervo, contusione, grado elevato di elettricità, acidi ed alcali corrosivi, narcotici, ed irritazioni continue d'ogni specie. — Da principio qualunque stimolo forte accresce l'intensità e l'estensione dell'irritabilità; ma di poi scemano entrambi. Che però ad un perfetto esaurimento preceda ogni volta un eccesso d'irritabilità, ciò non può essere dimostrato dalla osservazione. Alcuni rimedj, e singolarmente i narcotici sembrano attutirla direttamente e primitivamente; come si vede se si tocca l'interna superficie del cuore d'una rana con oppio;da cui si avrà cessazione di qualunque moto.

La irritabilità può cessare e ritornare.Infatti cessano i muscoli di contrarsi in un membro amputato,se i suoi nervi sono stati per lungo tempo irritati; ma se si aspetti un certo tempo, si vedranno sorgere nuove reazioni.

186. *Effetti.*— 1) *Differenze qualitative.* Il fenomeno, ossia l'*effetto*, è la conseguenza manifesta dell'azione dello stimolo sul sistema nervoso.—Questo effetto è qualitativamente diverso nelle varie specie di nervi, e ad un tempo nel nervo medesimo, come singolarmente si osserva in quei della cute. La punta d'un ago può essere avvertita come punta e come dolore nel medesimo

luogo della cute. La gravità d'un corpo può nella mano (a ragione del senso del tatto) essere calcolata; un peso considerevole può produrre dolore, uno più considerevole ancora può cagionare intormontimento. Come quì per la forza dell'azione l'effetto è qualitativamente diverso; così può esserlo eziandio per la estensione della superficie impressionata. Se p. e. secondo E. H. Weber s'immerga una falange d'un dito per un tempo qualunque nell'acqua a +39° R., indi in altro vaso di acqua a —5° R., per tanta differenza non si percepirà sensazione di dolore; ma la si soffrirà bensì qualora s'immerga in acque di così differente temperatura la intera mano.

187. *I. Effetto positivo.* Gli effetti, o sono positivi cioè rivelati da un fenomeno, ovvero sono negativi cioè si sospendono i fenomeni presenti.

a) Nei nervi motori. L'effetto positivo conseguente alla irritazione di un nervo motore è il movimento del muscolo. La forma di questo movimento si manifesta in quattro diverse guise, cioè: 1° convulsioni, 2° tetano, 3° moti composti, volontarj, accomodati, 4° contrazioni e rilassamenti alternativi delle fibre muscolari, ora ritmici, come sarebbe il moto del cuore, ora senza ritmo, come sono i moti peristaltici dell'intestino, delle trombe, degli ureteri, della vescica.

189. *b) Nei sensibili* — L'effetto che segue l'irritazione dei nervi sensibili è il senso di cui sono molteplici le apparenze: senso di soddisfazione, di piacere, di voluttà; di disgusto, di dolore; di pesantezza, di prurito, di formicollo (nelle membra paralitiche o addormentate); di fame e seto, di sazietà, di calore.

190. *c) Nei sensuali.* — L'effetto della irritazione dei nervi sensuali è la percezione che l'anima ne ha; e questa si rivela nelle cinque maniere proprie dei sensi specifici.

191. Come in tutti i nervi motori l'effetto è un movimento, così nei sensibili è piacere o disgusto; l'uno rispondente alle funzioni sane del corpo, l'altro alle morbose; il primo alle accomodate eccitazioni, il secondo alle disaffini, alle forti od alle leggiere. Oltre a questi effetti generali se ne danno di speciali, che subentrano sotto le stimolazioni di certi nervi; come sarebbe il

senso della fame dopo essersi irritato il n. vago, quello di voluttà nelle irritazioni dei nervi delle parti pudende.

192. Molto soventi lo stimolo medesimo applicato sopra un tronco nervoso risveglia un effetto differente da quello che faccia sul nervo già ramificato. Così il tronco del n. ulnare, compresso che sia, dà un dolore ed un punzecchiamento alle dita; ma comprimendo il dito mignolo ove lo stesso nervo si distribuisce, si produce un senso di compressione affatto diverso dal primo.

193. Le sensazioni percettive da ultimo non più sono generali, ma isolate, ciascun nella singola determinata sua forma. Il nervo ottico non percepisce odori, nè l'olfattorio la luce; e del pari un nervo motore dà sempre movimenti, ed uno sensibile sempre senso di piacere o disgusto. Dunque vi sono nervi che si comportano nei loro effetti in una maniera affatto individuale.

194. *Energia dei nervi.* — Chiamasi *energia* la proprietà dei singoli nervi di reagire in una determinata maniera. L'energia dei motori consiste nell'eccitar movimenti, quella dell'ottico in vedere ec.

195. L'energia dei nervi non si genera per effetto degli stimoli; perciocchè gli stimoli variatissimi applicati nei nervi motori non apportano altra cosa che contrazioni, e nei sensuali le impressioni determinate. Laonde una commozione nell'occhio può generare la stessa impressione visiva, che produrrebbe un corpo luminoso. Ma lo stimolo diventa indifferente allorchè la impressionabilità per certi stimoli sia molto diversa. Il nervo ottico è così sensibile alla luce, che le infinite modificazioni di questa, come sono i colori, sono per lui percepite dall' anima; dovechè esso non sente per nulla degli stimoli meccanici.

196. Le conoscenze attuali non permettono di determinare se l' energia dei nervi gli competa perchè sono nervi, o perchè loro derivi dagli organi centrali.

197. L' energia d' un nervo dipende in gran parte, ma non esclusivamente, dall'organo in cui si distribuisce; senza di che i nervi sensibili della cute, dopo la loro recisione, non darebbero senso di dolore quando l'estremità centrale venga irritata.

198. Le forme degli effetti positivi si escludono per lo più a

vicenda; p. e. movimenti adeguati e granchi, dolore e senso di fame, dolore e senso tattile.

199. 2) *Effetto negativo* — Gli effetti negativi si producono per mezzo di quegli stimoli, che hanno il potere di sospendere gli effetti già cominciati. La continuazione di ogni stimolo è per ultimo la causa onde l'effetto si taccia. Galvanizzando a lungo un nervo motore, si finisce a non ottenere più scossa alcuna dai muscoli corrispondenti.

200. Se l'effetto cessa sotto l'uso continuato d'un dato stimolo, può tuttavia ricomparire sotto uno stimolo diverso. Se p. e. viene galvanizzata una rana in modo che il polo positivo della pila tocchi il dorso, il negativo i piedi, e si continui fino a cessazione totale degli effetti, possiamo riaverne tostochè si metta il negativo sul dorso, ed ai piedi il positivo. Questo fenomeno prese il nome *di alternativa Voltiana.*

201. Gli accennati effetti negativi nascono solamente dopo i positivi; ma ve ne sono ben altri che non si formano a questo modo, per quanto insegna la diretta esperienza. Di tal genere è l'arrestarsi del cuore per irritazione galvanica della midolla allungata, o del nervo vago mediante l'apparato di rotazione. Questo sostare ha luogo istantaneamente ad una certa violenza dello stimolo. Di questo genere altresì è il sospendersi dei moti diversi per influenza della volontà, e dei moti volontarj per pressione del cervello.

202. 3) *Località dello scocco.* — Le località in cui manifestasi l'effetto (scocco), presentano molte diversità, cioè ora sono nel luogo dello stimolo, ora lontane: nel primo caso in generale lo scocco non è primario nel luogo stesso. Dietro irritazione d'un nervo sensibile si sveglia a dir vero dolore nel punto irritato, ma questo dolore è possibile soltanto finchè sussistono la midolla allungata, e forse alcune speciali parti del cervello; le quali costituiscono perciò i punti reali dello scocco mentre gl' irritati non sono che secondarj.

203. Si può stabilire come sommamente probabile il teorema, che le località effettive della scarica sono lontane dalle località dell'irritazione.

204. È affatto ignoto dietro quali leggi l'effetto che nasce primario nelle parti centrali si rifletta con tanta precisione fino al luogo ove risiede il suo movente, cioè al luogo della irritazione. Talora invece di uno si hanno due effetti riflessi; e questo caso si osserva quando irritandosi un tronco nervoso si produce un effetto secondario al luogo della stimolazione, ed un altro alla finale estremità del ramo nervoso. Così p. e. sotto la compressione del nervo ulnare si sente dolore, non solamente al sito compresso, ma sì anche alle dita. Tenendo una gamba accavallata sull'altra, si prova un formicolamento nelle dita, e ad un tempo in tutta la gamba da sotto il sito della pressione.

205. Oltre agli effetti primarj che sono determinati dai nervi motori sui muscoli, dai sensibili sulla midolla allungata, dai sensuali sul cervello, ed oltre agli effetti di riflessione o secondarj, manifesti soltanto nei nervi sensibili e sensuali, havvene una terza specie prodotta dal principio di combinazione, associazione e riflessione, che noi chiameremo terziarj. Esempj: Dietro l'ustione d'un tratto della cute si sveglia dolore (effetto secondario), e tremito muscolare (effetto terziario). Nella coxalgia si produce come terziario effetto il dolore al ginocchio. Nelle malattie della midolla spinale si associa spesso secondariamente dolore alla cute, e terziariamente subentrano movimenti riflessi.

206. Nelle irritazioni della midolla spinale l'effetto che riguarda il moto si rivela nella stessa parte del corpo che fu stimolata; ma per converso in quelle del cervello il moto si effettua nel lato opposto. Sotto una pressione alla metà destra del cervello si ha la paralisi del lato sinistro del corpo.

207. 4) *Differenze quantitative dell'effetto.* — Fra l'irritazione e l'effetto passa per lo più un tempo brevissimo: l'ago tocca la pelle, ed il dolore è sentito; l'immagine dell'oggetto illuminato formasi su la retina, ed esso è veduto.

208. Ma ciò non ostante un certo tempo alla produzione dell'effetto è indubbiamente necessario. Noi non avvertiamo p. e. il calore d'un carbone ardente se lo allontaniamo sollecitamente dalla mano. Le persone dotate di vista corta o debole vedo-

no l'oggetto soltanto dopo alcuni secondi, quand'è ormai trapassato. Il caso è più frequente rispetto al gran simpatico, in cui il dolore non è avvertito che ben tardi dopo l'impressione, e il movimento è più lento che nelle irritazioni de'nervi cerebro-spinali.

Helmholtz ha trovato che nelle grosse rane, i cui nervi crurali avevano di lunghezza da 50—60 millimetri, e ch'erano conservate a 2—6° C, essendo la temperatura della camera d' osservazione fra gli 11—15, una corrente elettrica portata sul plesso crurale d'una di queste rane impiegava 0,0014, e fino a 0,0020 di minuto secondo, prima di entrare nel nervo crurale al punto ov'esso penetra ne'muscoli della sura. Però al tempo di questa osservazione non era conosciuto il fatto, che nei nervi esistono punti irritabili e punti non irritabili, nei quali ultimi la velocità apparente dev'esser minore.

209. La forza dell'effetto dipende principalmente: *a*) dalla forza e qualità dello stimolo, *b*) dall'attenzione, *c*) dalla speciale recettività dei singoli nervi in tutti i casi, e di tutt' i nervi sotto peculiari circostanze.

210. *a*) Tutti gli stimoli aumentano l'effetto positivo secondo la loro intensità ed estensione, fino ad un certo limite, dopo il quale subentra il negativo, cioè la mancanza di reazione.

211. Pei nervi motori non vi è stimolo capace di effetti più energici del galvanismo; pei sensuali sono analoghi ad esso nella forza la luce, il suono, ed i corpi sapidi ed odorosi.

212. *b*) Coll'attenzione gli effetti del senso, della percezione, e dei moti volontarj si rivelano con maggiore chiarezza, mentre rimangono attutiti dall'abitudine.

213. *c*) Nel nervo simpatico non si palesa spesso minimamente l'effetto di stimoli miti, e talora si sviluppa soltanto più tardi; ma se lo stimolo persiste, la suscettibilità s'innalza sovente ad altissimo grado. I reni, p.e. che sono provveduti dal simpatico, non danno assai volte alcuna reazione agli stimoli; ma irritati ripetutamente, basta alla reazione uno stimolo mite. Un intestino infiammato dà talora poco dolore: ma se l'infiammazione è salita a certo grado, la suscettibilità vi diventa così ec-

cessiva da rendere insopportabile il più leggiero contatto. — I nervi di molti animali non sono in tutte le stagioni egualmente impressionabili. È abbastanza noto a tutti quanto diverso sia il modo di comportarsi su questo proposito delle rane in primavera che in inverno, come sono note le differenze individuali tanto nei bruti che nell'uomo. — La comparsa de'moti riflessi è più facile dopo le sottrazioni sanguigne, la fame, l'uso del mercurio e di altri debilitanti, o di alcuni narcotici. Questi rimedj che probabilmente rivelano tali effetti per la loro azione debilitante sulla nutrizione del cervello, si ascrivevano nel numero di quelli che accrescono la irritabilità.

214. In quanto agli effetti sulla nutrizione per opera del sistema nervoso V. il n. 135.

SENSAZIONI SPECIFICHE

VISTA

215. Il senso della vista ci dà la nozione della luce, dei colori, e della figura degli oggetti. Condizioni necessarie ad una visione chiara obbjettiva sono a considerarsi: 1.° Che l'immagine dell'oggetto si dipinga sulla retina. 2.° Che l'impressione fattavi sia percepita. 3.° Che abbiano luogo certi movimenti, affinchè l'oggetto sia veduto in diverse direzioni e distanze. 4.° Che per certe azioni dell'anima si renda possibile una retta percezione.

1.° *Disposizioni ottiche*

216. I. *Fenomeni fisici.* 2. *Rovesciamento e impicciolimento dell'oggetto sulla retina.* — Le disposizioni ottiche dell'occhio hanno per iscopo di abbozzare l' oggetto, che si guarda, in una immagine chiara sulla retina; e ciò si effettua nella stessa guisa che fa una lente biconvessa, la quale dipinga l' immagine d' un oggetto sopra una parete. Se p. e. si tiene una lente biconvessa a certa distanza da una parete bianca messa di contro ad una fine-

stra, si ravvisa una piccola immagine, nella quale si notano gli oggetti precisi e distinti, ma capovolti ed impicciolitì.

E così del pari rovesciate e impicciolite appajono le immagini degli oggetti sulla retina, per modo che ciò che sta a destra è in essa a sinistra, ciò ch'è di sopra appare a basso.

217. *a*) *Prova sperimentale*.— Togliendo un pezzetto di sclerotica e di coroidea dal lato esterno del nervo ottico d'un occhio fresco d'animale, nettamente preparato, senza offendere la retina, si può vedere un oggetto qualunque, come una chiave, una fiamma o checchè altro, semprechè sia collocato a conveniente distanza dall'occhio, rovesciato e impicciolito sull'area denudata della retina stessa.

218. Negli occhi dei conigli albini, che sono privi di pigmento, si può confermare sì fatto fenomeno, sensa incisione della sclerotica.

219. Servono acconciamente a questa ricerca anche gli apparati artificiali che imitano l'occhio, nei quali una membrana rappresentante una parete smorta ma trasparente tien luogo della retina (Gerber).

220. *b) Prova fisica*. Se si avvicina od allontana un tantino la lente dalla parete su cui s'era dipinta con precisione l'immagine, si scorge ben tosto siffatta immagine divenire inesatta, e da ultimo scomparire. Ciò prova non esservi che un punto solo, a cui si rapporti la chiarezza della immagine; e questo punto si chiama il *foco*. Adoperando in questa ricerca lenti di maggiore o di minor forza, si avrà ben presto la convinzione, che per ottenere una immagine chiara e perfetta è mestieri avvicinare o discostare la lente dalla parete; o in altri termini, che il foco è diverso secondo la forza delle lenti, ed è più vicino nelle forti, nelle deboli più lontano. Possiamo convincerci inoltre, che per vedere sulla parete dipinte le nubi è necessario accostarvi la lente un pò più, che nol sarebbe per vedervi un oggetto più prossimo. Da ciò è dimostrato, che il foco delle lenti cangia di distanza, secondo che cangia la distanza dell'oggetto dalla lente. Per avere una norma sicura si è chiamato semplicemente *foco*, o *foco principale*, quel punto che corrisponde ad un punto dell'oggetto (come sarebbe p.

e. una nube),il quale si dipinge dalla massima o come dicono infinita distanza. La distanza dal foco fino al centro ottico della lente si è chiamata *distanza focale*, o di *riunione*. Il foco e la distanza focale sono relative sempre in ogni singola lente.

221. La causa per cui da una lente si forma una immagine,sta nella rifrazione e riunione dei raggi luminosi, i quali dal mezzo più raro che è l'aria passano pel più denso ch'è la lente, siccome insegna la fisica.

222. Da ogni punto illuminato di un oggetto partono per ogni lato de'raggi. Arriva perciò sulla superficie della lente da ciascun punto dell'oggetto che le sta dinanzi un cono luminoso, il quale può esser facilmente rappresentato in figura da chi legge. È chiaro, che quanto più l'oggetto si discosta dalla lente , tanto più i raggi si fanno paralleli all'asse della lente ed al suo prolungamento. Quelli che vi cadono sopra dagli oggetti più lontani sono sì prossimi ad esser paralleli, che si possono considerar tali. In questo caso la lontananza si chiama infinita.

223. I raggi incidenti sopra una lente biconvessa, secondo le note leggi della fisica, vengono rifratti, e più fortemente di tutti i più paralleli, quelli cioè che provengono da distanze infinite,mentre i meno paralleli soffrono rifrazione minore. Quanto la rifrazione è maggiore , tanto più prossimo alla lente è il foco , ossia il punto di riunione; il quale, per le ragioni dette sopra, è nella massima vicinanza, quando la distanza è infinita. Quanto più l'oggetto è prossimo alla lente, tanto più discosto dalla sua superficie posteriore è il punto di riunione;ed alla massima vicinanza i raggi divergono fin anco.

224. La fisica insegna, che, conosciuto il foco d'una lente, si conosce altresì la distanza di un oggetto da essa, se i raggi che ne escono divergano. Questo è il caso se l'oggetto sia vicino più che nol sia la distanza focale.

225. Si tenga perciò una lente, più vicina ad un oggetto di quello che comporti la sua distanza focale; i raggi partiti da ogni punto dell' oggetto, quando usciranno dalla lente, divergeranno ancor più che non divergevano nel punto d'entrata, e così faranno più larghi i coni luminosi. Questi coni più larghi

colpiscono la cornea, saranno riuniti nell'occhio, e così gli oggetti per la grandezza delle loro immagini saranno ravvisati, come se avessero una grande estensione.

226. Se un oggetto ha più d'*una* distanza focale, ma non è di due distanze focali lontano dalla lente, l' occhio vedendolo ravviserà una immagine ingrandita e rovesciata fra se e la lente.

227. Se un oggetto, distante il doppio di ciò che comporta la distanza focale, sia veduto a traverso una lente, l'immagine apparirà impicciolita e rovescia.

228. Il foco d'una lente dipende tanto dalla facoltà rifrangente delle sostanze che la compongono , quanto dalla convessità delle superficie di essa, e si può trovarlo col calcolo.

229. Di qui venne la cognizione, che la distanza focale precipua della lente umana è uguale a linee 4,8.

230. Ma nell'occhio non è unico mezzo rifrangente la lente cristallina, perciocchè esercitano la stessa funzione la cornea e l'umor aqueo: l'occhio così presenta in certo modo un aggregato di tre corpi lenticolari posti un dietro l'altro, a cui si aggiunge per quarto il corpo vitreo. Alla esatta estimazione del foco di questo complicato apparecchio rifrangente, si oppongono tante difficoltà, che malgrado le più accurate e precise indagini non si è potuto venire peranco ad un concludente risultato.

231. Tutti gli oggetti che noi vediamo appariscono impiccioliti sulla retina, perchè devono essere lontani più di due distanze focali dai corpi rifrangenti dell'occhio. Se sono portati a maggiore prossimità, la loro imagine deve dipingersi al di dietro della retina, come si può averne la pruova, se nella figura che se ne descrive da chi legge si ponga la retina più prossima alla lente.

232. Che le imagini dipinte sulla retina debbono esservi capovolte è facile ad intendere. Da ogni punto dell'oggetto illuminato parte un cono luminoso, la cui base cade sulla lente. Nella figura per maggiore chiarezza si disegnino due soli di sì fatti coni, quelli cioè che partono dai due estremi. Ogni cono è formato da una grande quantità di raggi, di cui si accennino soltanto il centrale e gli esterni. Se questi raggi passano dall'aria

in un mezzo più denso, qual sarebbe la cornea e la lente, è manifesto che rimangono deviati dalla rettilinea loro direzione, rifratti, e avvicinati alla perpendicolare tirata al punto d' ingresso del raggio. Or la perpendicolare di una superficie sferica coincide col raggio della sfera stessa. La metà anteriore della lente appartiene ad una sfera il cui centro sia x. Tirando da questo i semidiametri al punto d'ingresso dei raggi luminosi si vedrà il grado diverso di rifrazione che essi soffriranno. Uscendo ora questi raggi luminosi dalla lente, nell'atto che abbandonano il mezzo più denso soffrono una seconda rifrazione tale, che il raggio rifratto si allontana dalla perpendicolare. Tirando i due semidiametri dal centro p. e. y. che appartiene alla curva posteriore della lente si scorgerà a primo aspetto che il semi-diametro nel punto inferiore della lente fa un angolo più forte col raggio luminoso che esce, che non faccia l'altro semi-diametro col raggio corrispondente che esce dal punto superiore. Laonde l' uno deve essere rifratto più fortemente che l' altro : e questi raggi che partono da un punto dell'oggetto si riuniranno sulla retina nel punto opposto. Lo stesso dicasi dell'altra parte; e così deve succedere che le immagini di tutti gli oggetti, dopo la rifrazione sofferta dai raggi luminosi in una lente biconvessa, si devono necessariamente rovesciare.

233. 2) *Chiarezza dell'immagine*—La chiarezza e precisione della piccola immagine dipinta sulla retina, fatta astrazione dalla adequata forza della luce, e dal comportarsi normale dei corpi rifrangenti, dipende dal trovarsi la retina precisamente ove cade il foco de'corpi. Come l'immagine gettata sulla parete da una lente di vetro non riesce chiara e precisa, se non quando essa si trova nel vero punto focale, e riesce inesatta per poco che se ne allontani innanzi o indietro, così deve intervenire lo stesso alla retina. Nel punto focale si devono riunire *tutti* i raggi luminosi che partono da un punto obbjettivo, e perciò è necessario che tutti sieno allo stesso modo rifratti col corrispondente scopo.

234. *Aberrazione sferica.* — I raggi incidenti sul mezzo della lente non soffrono una rifrazione così forte come quelli che cadono sulla periferia. Questi raggi periferici si uniranno perciò

al centro prima che nol siano quelli caduti nel mezzo della lente; e se la retina non si trova colà ove ha luogo la riunione di quelli, essi devono di bel nuovo divergere e dipingere sulla retina, invece d'un punto, un cono divergente. — Lo stesso interverrebbe qualora la retina si trovasse tanto in avanti, che i raggi marginali si riunissero sopra di essa. I medj sarebbero allora non per anco riuniti. In ambidue i casi si formerebbe ciò che appellasi *circolo di dispersione*, e ne resterebbe pregiudicata la chiarezza della visione.

235. Per impedire questa dispersione bisognerebbe , che o i raggi del margine o quelli del centro restassero impediti. Or siccome la vista più chiara si ha nel centro della retina, così ha luogo il primo caso.

236. L'impedimento alla equabile riunione dei raggi, prodotto dalla sfericità della lente, è detto *aberrazione sferica*; e vien tolto dall'iride, che riposa come un diaframma sul margine della lente.

237. *Iride* — Quanto più del detto margine resta coperto, cioè quanto più ristretta è la pupilla, tanto è più chiara la visione, ma tanto meno di luce altresì entra nell'occhio.

238. Ad una luce viva la pupilla si stringe; e viceversa si allarga ad una luce manchevole, quasi per lasciar penetrare nell'occhio il massimo possibile numero di raggi. Questi movimenti sono il risultato dell'innato principio di riflessione fra il nervo ottico che è sensuale colla sua espansione cioè la retina , ed i nervi motori dell'iride. Dipende dal grado di sensibilità e di mobilità delle parti relative che l'azione riflessa si produca più sollecita, o più lenta.

239. La pupilla si restringe nelle meccaniche irritazioni dell'iride, e nelle rotazioni dell'occhio indentro, nonchè durante il sonno.—Si stringe altresì sotto le irritazioni e recisioni del nervo ottico; ma qualche tempo dopo assume un grado medio di dilatazione, minore tuttavia di quello che è possibile nell'esercizio attivo dell'occhio. Le azioni dirette della luce sull'iride, quand'essa non arriva a toccar la retina, non hanno alcuna influenza sulla pupilla (Fontana)

240. *Lente.*—Ancorchè lo svantaggio dell'ingresso de' raggi marginali sia tolto dall'iride, rimane però un altro ostacolo alla perfetta riunione dei raggi luminosi nel preciso punto. I mezzi rinfrangenti dell'occhio non presentano cioè vere curve sferiche, ma sì bene ellissoidi. La faccia anteriore della lente è un segmento di ellissi, il cui grande asse ha da linee 4 a 4,1, ed il minore 1,66''' o al più 2,25'''. La posteriore ha per l'opposto una curva parabolica (Krause). Siccome sotto sì fatte condizioni la riunione dei raggi luminosi in un punto riesce impossibile, come Sturm ha dimostrato, così i punti focali stanno un dietro l'altro, e l'occhio viene ad avere anzichè un punto focale, un intervallo luminoso, come Volkmann ha dichiarato con esperienze assai giudiziose. Come si corregga questa apparente imperfezione, è ignoto del tutto.

241. *Cromasia.*—L'occhio supera finalmente in gran parte anche l'ostacolo prodotto dai raggi qualitativamente diversi del cono luminoso.

Ogni cono luminoso contiene raggi diversi di qualità,dei quali alcuni sono rifratti con maggiore, altri con minor forza. Quelli che possiedono rifrangibilità più debole fanno l'impressione in rosso, e quelli che la possiedono più forte la fanno in violetto. Se da un punto luminoso cade un cono di raggi sulla lente, e quelli del margine vengano esclusi, ciò nulla ostante quelli del centro restano inegualmente rifratti, perchè appunto sono qualitativamente differenti. Quelli che fanno sull'occhio l'impressione del violetto si riuniscono i primi, come i più rifrangibili. Dopo questi vengono i gialli, ed ultimi i rossi. Ora se la retina si trova nel luogo ove si riuniscono i gialli, è necessaria conseguenza che si presentino vicino alla imagine di mezzo dei margini coloriti in turchino, in rosso, e così di seguito.—Queste apparenze cromatiche sono pochissimo rimarchevoli se l'imagine è nata nella distanza focale. Quanto meno si trova essa in questa distanza , tanto più appaiono coloriti i suoi margini. I detti fenomeni cromatici, prodotti dalla diversa rifrangibilità dei raggi, costituiscono il *cromatismo.*

242. Si sono scoperte certe specie di vetro, dalle quali viene

scemata ed anco cancellata del tutto la proprietà dei raggi qualitativamente diversi del cono luminoso di mostrarsi coloriti, e ciò per effetto d'una diversa rifrangibilità, che non nuoce alla rifrazione dei raggi medesimi. Questo scopo è raggiunto dalla combinazione del flint col crown-glas (Dollond). Le lenti fabbricate con tali od altri analoghi mezzi, che hanno quindi perduta la proprietà di far vedere gli oggetti con margini coloriti, sono dette *lenti acromatiche.*

243. Nell'occhio umano i corpi appariscono privi di questo margine colorato soltanto allorchè si trovano nella conveniente distanza d'unione; in altro caso, mostrano infatti il cerchio cromatico. Quindi l'occhio non è acromatico perfettamente. Si può convincersi della presenza di questo cerchio sempre che si guardi un oggetto tenendo la pupilla a mezzo ricoperta. Ma alla distanza adeguata l'occhio è affatto acromatico, senza che per tanto se ne conoscano le condizioni.

244. c) *Dimensioni dell'occhio.* — Per ben giudicare le funzioni del senso della visione, riescono importanti i risultati seguenti di misure prese e di osservazioni fatte sull' occhio umano. Secondo Krause, il diametro tirato dal centro della cornea al centro della posteriore curvatura dell'occhio, cioè l' *asse ottico esterno* . . . ha linee 10, 5 a 11

L' *asse ottico interno* dalla faccia posteriore della cornea alla interna superficie della retina . »	9, 4	—	10
Il centro d' una pupilla è distante dal centro dell'altra, linee »	25	—	— 27
La cornea nel suo centro ha la spessezza di . . . . . »	0, 2/3	—	
La cornea ai margini ha la spessezza di . . . . »	0, 1/2	—	
La faccia anteriore della cornea è larga . . . . »	4, 2/3	—	5, 1/4
La faccia medesima è alta . . »	4, 1/5	—	4, 4/5
La faccia posteriore è circolare con un diametro di . . . . »	5	—	— 5, 5

La coroidea ha nel centro la spessezza di . . . . . »	0, 1/15	—	0, 1/20
La coroidea ha nella circonferenza la spessezza di . . . »	0, 1/30		
Il diametro della pupilla è di »	1 —	—	2
La retina nel centro ha la spessezza di . . . . »	0, 1/15	—	0 1/12
La retina nella circonferenza ha la spessezza di . . . . . »	0, 1/25	—	1/15
L' ingresso del nervo ottico è distante dal punto posteriore dell' asse ottico. . . . . . »	1 —		
La macchia gialla è larga . »	1 —		
Il grande asse del corpo vitreo è di linee . . . . »	9, 4/5	—	10, 1/4
Il centro della faccia anteriore della lente dista dal centro della faccia posteriore della cornea »	1, 1	—	1, 1/3
— dal centro della pupilla »	0, 1/10	—	0, 3/20
Il centro della faccia posteriore della lente dalla chiazza centrale della retina . . . . . . »	5, 4	—	6, 2
La spessezza della lente dal davanti all' indietro , ossia l' asse della lente è di. . . . . »	1, 8	—	2, 4
Il diametro della lente fra i due punti opposti del suo margine . . . . »	4	—	4, 1

245. L'asse del nervo ottico,prolungato dal terzo esterno della cornea al centro del nervo, s' incrocicchia coll' asse ottico sotto un angolo di circa 20 gradi (Krause).

* La figura dell'occhio dei mammiferi è sferoide. La lunghezza dell'asse sta a quella del diametro traversale, nel cavallo e nel cane = 24:25, nel bue = 20:21, nel camello = 64:70, nell'elefante = 9:12, e nella balena = 6:11. L'acqua, in cui l'occhio dei cetacei esercita la visione, possiede un potere rifran-

gente maggiore dell'aria, e la lente è più prossima alla retina.*

246. *d) Potere rinfrangente.* — Stabilito che la forza rinfrangente dell'aria sia uguale ad 1,

Si ha secondo Chossat quella della cornea . . = 1,333
« dell'umor aqueo. = 1,338
« dell'esterno strato della lente . = 1,358
« dello strato medio della lente . = 1,395
« del nucleo della lente . . . » = 1,420
« del corpo vitreo» = 1,339

* Il potere rifrangente dell'umor aqueo è dunque eguale a quello del vitreo: or Delle Chiaie ha definitivamente dimostrato, che l'umor aqueo riconosce dal vitreo la sua scaturigine attraverso il sistema de'canaletti di Jacobson, i quali con liberi orifizl lo versano nelle camere destinate a contenerlo. *

Senff porta giudizio, che il potere rinfrangente della lente del buo sia . . . . » = 1,539

247. *Cornea.* — La cornea è principalmente costituita del tessuto collifero della condrina. Nelle due facce anteriore e posteriore è tappezzata da uno strato di epitelio, ed è costrutta di due lamine. La lamina posteriore o Demoursiana è senza struttura, e come tutti gl'integumenti epiteliali manca di vasi. La vera cornea contiene vasi soltanto nel suo margine, che possono essere injettati nell'embrione (Müller, Henle), mentre la parte media della membrana n'è affatto priva; essendochè i vasi che si osservano nelle infiammazioni sembrano prender origine dal suo margine, per entro il trasudamento plastico che vi si forma. Questo soggetto non è però abbastanza chiarito. Secondo Schlemm al margine della cornea concorrono anche nervi. Fra le più essenziali condizioni vitali della cornea appartiene l'inaffiamento che vi fa l'umor lacrimale, la cui mancanza apporta di leggieri l'intorbidamento della membrana.

248. *Lacrime.* — Le lacrime, prodotto di secrezione della glandula lacrimale, e forse anche della glandola di Herder negli

animali forniti di palpebra nittitante, si mescolano sulla congiuntiva coll' umore segregato da questa membrana e colle materie grasse delle glandule meibomiane.

L'umor lacrimale contiene 99 0/0 di acqua, muriato di soda ed una materia gialla estrattiva. Secondo Hasner, all'orificio del canal lacrimale entro il naso, si trova una falda formata a valvula da due lamine mucose, la quale essendo rivolta dall'alto al basso ed all'esterno, impedisce che nella espirazione rigurgiti l'aria, e nel soffiarsi e sternutire i fluidi circostanti rientrino nel canale medesimo, intantochè sotto la inspirazione le lacrime sono tirate in giù nel canal nasale.

249. Non è conosciuta l' officio dell' umore segregato dalle glandole meibomiane.

250. *e) Raggi di direzione.* — Da ogni cono di raggi rappresentante un punto dell'oggetto, il quale cade sulla cornea, rimangono esclusi i raggi più esterni, come venne notato al n. 204 *e seg.* Degli altri coni entrano per la pupilla i soli raggi centrali in conseguenza della sofferta rifrazione. Dunque si può dire, che una retta tirata da un punto qualunque dell'oggetto verso il centro della pupilla, e di là fino alla retina, unisce il punto dell'oggetto col punto che si dipinge sulla retina, siccome si può da ognuno rappresentare in figura. Il punto più esterno a destra dell'oggetto forma il punto più esterno a sinistra dell'imagine, e viceversa. Questi due raggi più esterni centrali si chiamano *raggi di direzione*, di cui ve n'ha in senso verticale ed orizzontale.

251. *Centro ottico, ed angolo visuale.* — I raggi di direzione devono incrocicchiarsi nell'occhio, e formare con ciò degli angoli verticali. Il punto ove questi raggi di direzione si decussano, si chiama *punto d'incrocicchiamento o centro ottico*; l' angolo che ne deriva s' appella *angolo visuale.*

L'angolo visuale degli oggetti lontani è più piccolo di quello d'oggetti d'egual grandezza più prossimi. Così si figuri un occhio colla lente cristallina, ed innanzi ad esso si rappresentino due frecce eguali, una vicina e l'altra più lontana; se ne descrivino gli angoli visuali, e si scorgerà, che l'angolo visuale della frec-

cia lontana sarà più piccolo, ed in conseguenza anche l'immagine sulla retina ne sarà più piccola: d'onde è spiegato come gli oggetti lontani appajono più piccoli; e così del pari come gli alberi d'un viale, che stanno di facciata, sembrino da lunge uniti insieme.

Il punto d'incrocicchiamento delle linee di direzione, comecchè non sia uguale in tutte le distanze, pure dietro le osservazioni di Volkmann, Moser ed altri, può ammettersi a circa *quattro linee* dietro il punto anteriore della cornea, *mezza linea* davanti il punto posteriore della lente, oltre a *sei* linee d'innanzi al punto mediano della retina.

L'angolo visuale può essere eguale in due oggetti di differente grandezza, ma che sono inegualmente distanti dall'occhio; mentre ad eguale distanza dall'occhio l'oggetto più grande darebbe un angolo ottico maggiore.

252. *Grandezza della immagine retinica.* — La immagine retinica è immensamente più piccola dell'oggetto che si guarda; ed è facile a calcolarne la grandezza relativa, posto che si conosca la grandezza dell'oggetto, e la distanza di esso dall'occhio: poichè la distanza dell'oggetto dal centro ottico sta alla grandezza del medesimo, siccome la distanza dal centro ottico alla retina sta alla *grandezza dell'immagine*, che è l'incognita. Vuolsi ricordare, che il centro ottico dista 4 linee dalla cornea, e 6 linee dalla retina.

Se un oggetto, p. e. ha la dimensione di 3 pol., che sono linee 36, e si guardi alla distanza di 8 pol. che sono linee 96, cui si aggiungano le 4 linee per completare la distanza dal centro ottico, la quale perciò sarà 100 lin.: siccome la distanza dal centro ottico alla retina è di 6 lin., così la grandezza dell'immagine del dato oggetto si avrà dall'equazione seguente:

100 lin. (distanza dell'oggetto dal centro ottico) sta a 36 lin. (grandezza dell'oggetto), siccome 6 lin. (distanza dal centro ottico alla retina) sta ad x (grandezza dell'immagine).

$$\text{Onde } X = \frac{36 \times 6}{100} = \frac{216 \text{ lin.}}{100 \text{ lin.}} = \text{lin. } 2{,}16.$$

Vale a dire, che la immagine retinica di un oggetto della dimensione di 3 pollici, veduto alla distanza di 8 pollici, sarà poco più di 2 linee.

253. *Assorbimento dei raggi luminosi.* — Esternamente la retina è tappezzata da un pigmento oscuro della coroidea, dal quale sono assorbiti i raggi che la trapassano. Se manca, come è il caso degli albini, una luce anche moderata diventa abbagliante.

2.° *Sensazione.*

254. 2 *Fenomeni sensuali.* — *a) parti sensifere.* — Le parti sensifere dell'occhio sono la retina ed il nervo ottico. La *retina* è composta di quattro strati: *a)* il più esterno, detto anche *strato bacillare (membrana del Jacob?)* è contiguo alla coroidea, ed è formato di bastoncelli lunghi circa 1/100 di linea, irti sulla retina, senza congiungimento diretto colle sue fibre nervose. Non se ne conosce ancora la funzione; ma secondo Brücke dovrebbero servire a raccogliere i raggi che attraversarono la retina, ed a fare in guisa che il raggio che ha raggiunto un bastoncello non trapassi in un altro, ma sia retrospinto al punto corrispondente della retina, stantechè ognuno di questi bastoncelli è cinto da una guaina pigmentale della coroidea; ovvero lo *strato bacillare*, denominato da Delle Chiaie *strato degli oftalmoliti*, ed analogo agli otoliti del labirinto, servirà a favorire le vibrazioni che secondo Melloni si eccitano nelle particelle della retina sotto l'impressione dei raggi luminosi, e che consone alle vibrazioni di questi (de Martini); *b)* uno strato costrutto di sferoline minute disposto sotto al precedente: *c)* uno, o secondo Pacini, due piani di fibre nervee: *d)* l' interno, che tocca la jaloidea, formato anche esso di corpuscoli celluliformi.

Corti ha discoperto, che le fibre della retina terminano in uno strato di cellule ganglionari ramificate o multipolari. Kölliker dopo ha osservato, che i coni ed i bastonetti comunicano con un secondo sistema di fibro-cellule, che ha denominate radiali, nel modo seguente. Ogni fibra parte da un rigonfiamento di un bastonetto o cono, e nel portarsi verso la faccia interna del-

la retina forma un altro rigonfiamento o corpuscolo celluliforme, e da ultimo termina con una estremità grossa e spesso ramificata dietro la membrana limitante. Secondo queste osservazioni, la retina sarebbe per le sue cellule nervose un vero ganglio. I punti sensitivi, in tale ipotesi, sono i bastonetti ed i coni, da cui l'eccitazione si propaga alle cellule delle fibre radiali, e quindi a quelle delle fibre del nervo ottico colle quali sono in connessione per via di prolungamenti, e dalle dette fibre al cervello. L'orlo della macchia gialla è formato di sole cellule multipolari.

Trattando la retina coll'alcool, sublimato, o acido cromico allungato, appariranno chiaramente le cellule multipolari della macchia gialla e della faccia interna della retina, non che tutta la sostanza granulosa si vedrà composta di fibre varicose e pallide di Remak prive di asse *.

255. *b) Spaziosità della sensazione. — Vista chiara nella macchia gialla.* — Nel centro della retina umana si forma subito dopo il parto una *macchia gialla*, che circonda una *piega centrale*, nel cui mezzo sta una piccola area assottigliata quasi fosse una perforazione, la quale ha preso impropriamente il nome di *foro centrale* (macchia e foro di Buzzi).

256. L'area occupata dalla macchia gialla è quella che gode della massima sensibilità visiva, ed appunto nel foro centrale si scorgono con maggiore chiarezza gli oggetti. Se si dipinge un quadrante spazioso sopra un cartone, e si appuntano sui singoli numeri degli spilli, e si mette il quadrante in una conveniente distanza davanti all'occhio, tale che la linea in cui è scritto il n. 90 rappresenti il prolungamento dell'asse ottico, si vede lo spillo colà, e circa 3° da ogni lato in distanza, colla massima chiarezza in tutte le parti che vi si osservano. Ancora chiarissime, ma non tuttavia così come i punti accennati, si veggono gli spilli fino alla distanza di 6° da ogni lato del n. 90. Col calcolo si troverà, che alle ultime sezioni del quadrante corrisponde sulla retina una estensione che si allarga da ogni lato dell'asse di mezza linea, e che coincide colla estensione della macchia gialla: però la visione più chiara corrisponde alla estensione del foro centrale (Valentin).

*Il foro centrale è nascoso nello avvallamento profondo della piega; perciò la parte della immagine che risponde al detto foro, se eccita sensazione più distinta, l'è perchè cade sui due rialli della plica della macchina gialla, ove la retina ha maggiore spessezza, e dove un maggior numero di elementi sensitivi sono ad un tempo eccitati *.

257. ***Vista non chiara.*** — Gli spilli piantati dal n. 35 al 45, o nell'altro lato dal 140 al 130 non sono più veduti, se la direzione dell'occhio viene mantenuta come fu detto sopra (226); così che la parte della retina, ch'è distante per un raggio di circa quattro linee intorno all'asse, non è più propria alla percezione (Valentin).

258. ***Circolo visuale.*** — La circonferenza entro la quale può esser veduto l'oggetto si chiama *circolo visuale*. Il più semplice e più piccolo è quello spazio in cui possono ravvisarsi gli oggetti tenendo immobile l'occhio; ed esso viene determinato da due linee direttive, che distanti 4 linee dall'asse visuale colpiscono la retina passando pel centro ottico. È cosa naturale, che sia più piccolo per gli oggetti vicini che pei lontani. Così dietro i calcoli di Valentin si possono ravvisare con un occhio solo, d'appresso un oggetto lontano 1000 piedi, altri oggetti ancora che ne sieno da ogni lato in direzione orizzontale distanti 577'. Il circolo visuale ha dunque in questo caso un diametro di $2 \times 577 = 1154$ piedi; laddove alla distanza di un piede ha il diametro soltanto di piede 1,19 (Valentin).

259. Se tenendo fermo il capo si gira un occhio con gran forza dai lati, cresce naturalmente d'assai il circolo visuale; cioè calcolando che l'occhio stesso movendosi orizzontalmente descriva un arco di 110°, la corda dell'arco del circolo visuale, secondo Valentin, alla distanza di 1000 piedi, nei limiti della *visione chiara* (mezza linea discosto dall'asse della retina), importerebbe 1920 piedi; mentre alla distanza d'un piede, non importerebbe che piede 1,9. Ma se l'occhio rimane immobile, alla distanza di 1000 piedi *nell'area della visione chiara* importerebbe soltanto 174 piedi, ed a quella d'un piede giungerebbe appena a poll. 2,18.

260. Il circolo visuale più ampio è quello che vien compreso con ambidue gli occhi, sì in direzione orizzontale che in verticale. Cresce poi considerevolmente per ciò che a grandi distanze gli oggetti che stanno a destra possono essere ravvisati dall'occhio destro, e quelli che stanno a sinistra dal sinistro. Non già perchè i due occhi veggano per divergenza, la qualcosa sarebbe innormale: imperciocchè i due occhi, volendo fissare un punto, vengono generalmente diretti per guisa, che una linea tirata da questo punto a ciascun occhio (ossia il suo raggio centrale) diventa continua coll'asse oculare. Il movimento più opportuno a questo scopo è quello di convergere i due occhi. I piani circolari, che sotto i più estesi movimenti si facciano concordemente e successivamente con ambo gli occhi, compongono una grande superficie sferica.

261. *Località insensibili della retina.* — Quella parte della retina ch'è occupata dall'arteria e dalla vena centrale non gode eccitabilità. Il nervo ottico, come ad ognuno è noto, non istà nell'asse dell'occhio, ma sì n'è lontano una linea e fin anche una linea e mezzo, diriggendosi col suo asse centrale verso la regione nasale. I detti vasi, che hanno insieme il diametro approssimativo di 2/5 di linea, si trovano collocati nel centro del nervo quand'esso fa espansione nella retina. Dato per una esperienza che l'occhio che guarda sia il destro, sarebbe il punto occupato dai vasi della retina circa una linea e mezzo lontano dall'estremo interno dell'asse visuale. Se questo punto è impercettivo, ne viene che il corrispondente punto dell'oggetto sarà invisibile. Ora col calcolo si può agevolmente determinare qual sia il posto occupato dal detto punto obbiettivo; cioè riducendo l'equazione a numeri arabici, e ponendo la distanza dell'oggetto dalla cornea = 5 poll., pari a linee 60, cui si aggiungano le 4 linee per completarne la distanza dal centro ottico, si avrà la seguente equazione: 6 linee (distanza dal centro ottico alla retina) sta a 1,5 lin. (distanza del *punto cieco* della retina dall'asse centrale, siccome 64 lin.) distanza dell'oggetto sta ad $\times$ (punto oscuro obiettivo).

$$x = \frac{64 \times 1,5}{6} = 16 \text{ lin.}$$

Il seguente sperimento dimostra l'aggiustatezza del calcolo. Si segnino tre punti sopra un pezzetto di carta distanti fra loro 16'''; si chiuda l'occhio sinistro; si fissi alla distanza di 5'' dal centro della cornea il punto medio: si vedrà ad un tempo anche il punto collocato a sinistra, mentre sfugge affatto quello della destra, che cade appunto ove si trovano i detti vasi. Viceversa scompare il punto sinistro se si tien chiuso l'occhio destro, e si fissa col manco il punto di mezzo (Mariotte). Quanto la distanza dei detti punti dall'occhio sarà maggiore, tanto più dovranno divergere fra loro.

262. *c) Obbjetti di sensazione. a) qualitativi. Colori* — Fatta astrazione dagli altri stimoli, la retina non viene soltanto impressionata dalla luce in generale, cioè in modo di distinguere il chiaro e l'oscuro, ma sì anche dai colori obbiettivi, dai quali si discernono le forme e le sembianze degli oggetti.

263. I colori obbiettivi, le cui forme tipiche si rivelano nell'azzurro, nel giallo e nel rosso, fanno sulla retina impressioni che prendono gli stessi nomi. Però s'intende bene da sè, che queste impressioni recano sulla retina dei cangiamenti organici, che sono il vero oggetto percettivo. Si potrebbe in vero imporre al risultato della percezione un tutt'altro nome che quello del movente, cioè del colore che disvela, come suol farsi comunemente colle impressioni del tatto. Il colore azzurro, e la percezione azzurra non hanno diversa relazione fra loro, che uno stromento tagliente col senso di dolore.

264. Le percezioni di luce, o di mancanza di luce hanno ottenuto nomi speciali di chiaro e scuro; i quali si adoperano, tanto se la presenza o l'assenza assoluta della luce sono le vere cause che le producono, quanto allorchè quest' ultima deriva da cause diverse, quali sono le malattie.

265. Le percezioni dell'azzurro, del giallo, del rosso, e delle loro combinazioni (giallo ed azzurro danno il verde; azzurro e rosso il violetto; giallo e rosso il ranciato), si producono non soltanto per colori obbiettivi che stanno davanti agli occhi, ma sì anche per rifrazione di fasci luminosi bianchi; essendochè in ogni cono luminoso stanno contenuti dei raggi qualitativa-

mente diversi (V. n. 211). Inoltre dopo che si è guardato a lungo un colore tipico, nasce nell'occhio stesso nell'atto che lo si rivolge altrove, la impressione degli altri due che non erano presenti. Se p. e. si fissa per lungo tempo una tavola rossa, indi si volge lo sguardo ad una parete bianca, resta l'impressione di una tavola verde, che è la combinazione dell'azzurro col giallo. Anche sul margine d'una tavola rossa il verde si genera spontaneo. Durante e dopo la fissazione d'un corpo azzurro l'occhio rivoltosi altrove conserva l'impressione d'un rosso unito al giallo, cioè del ranciato. Intorno ad un punto nero si vede un margine bianco; e cose simili. Dopo aver guardato per lungo tempo il sole rubicondo del tramonto, se si volge l'occhio altrove, si scorge l'imagine d'un sole verde. Si ponga fra due candele un bastoncello, e si faccia passare la luce d'una candela per un vetro turchino, l'ombra del bastoncello apparirà turchina e ranciata. Nella stessa guisa si risolvono in genere le percezioni, e nell'occhio un poco stanco dal riguardare un colore obbiettivo, rimane impresso il subbjettivo *complementare*.

266. I colori subbjettivi si succedono come segue:

Chiaro — scuro
Azzurro — ranciato
Giallo — violetto
Rosso — verde
e viceversa.

267. Anche le emozioni dell'anima, e le malattie del cervello e dell'occhio possono generare sensazioni subbjettive di colori; e le energiche rappresentazioni dell'intelletto le risvegliano del pari.

* *Teorica di Melloni sulla visione* — Per quali cangiamenti organici della retina si producono i fenomeni qualitativi e quantitativi della visione? Riconosciuta per le radiazioni del sole e delle altre sorgenti luminose la teorica delle ondulazioni, *la visione si produrrebbe in virtù di vibrazioni estremamente rapide in cui entrerebbero le molecole nervose della retina sotto l'impressione di una certa serie di ondulazioni dell'etere.*

Queste vibrazioni, considerate in rapporto alle diverse ondu

lazioni che compongono lo spettro solare, non dipenderebbero dalla quantità di movimento, ma sarebbero dovute alla facilità maggiore o minore, che le particelle della retina provano a seguire tale o tale specie di vibrazione dell'etere; sarebbe, in termini di acustica, una specie di *risuonanza della retina*, eccitata dall'accordo o relazione armonica che esiste tra la *tensione* o l'*elasticità* dei gruppi molecolari della retina ed il periodo dell'ondulazione incidente—L'elasticità delle particelle della retina sarebbe favorita dallo appoggiarsi sullo strato dei bastonetti di Jacob (de Martini).

Le ondulazioni al di là dei due limiti dello spettro, secondo Melloni, non potrebbero sviluppare nella retina alcun movimento vibratorio, e sarebbero perciò invisibili, perchè esse mancherebbero di ogni specie di *accordo* coll'*elasticità molecolare* di questa tela nervosa. Invece secondo il concetto di de Martini stabilito dalle sperienze di Brücke, l'occhio non lascia arrivare sino alla retina che i soli raggi luminosi, ed impedisce ogni passaggio ai raggi calorifici e chimici posti alquanto al di là dei due limiti dello spettro: l'occhio perciò è un vero ed esatto *apparecchio diafano* ed *adiatermano*.

Il *maximum* d'intensità luminosa per l'occhio umano risiede nelle radiazioni che stanno tra il giallo e l'arancio (Fraunhofer); esse sarebbero le radiazioni più *omogenee* alla detta elasticità della retina, e comunicherebbero alle molecole di essa il più spiccato movimento vibratario. Le ondulazioni gialle producono *per consonanza* il maximum d'effetto sulla retina, perchè la retina in tutta la sua estensione è di un leggero giallore, e nell'*area propriamente destinata alla impressione delle immagini ed alla visione chiara* l'è di un giallo forte (Melloni e de Martini): quest'area corrisponde esattamente alla estensione della *macchia gialla*. Quando l'itterizia invade la retina e rende più carica la macchia gialla, tutti gli oggetti veggonsi fortemente colorati in giallo (Buzzi).

Il giallo della macchia centrale si fa colla età via via più pallido, ed infine nella vecchiaia si dilegua (Melloni). Intanto per l'occhio a qualunque età sono costantemente più vive le radia-

zioni gialle. Questa proprietà si conserva per un compenso di colorazione nella lente cristallina; la quale sino all'età di 25-30 anni è perfettamente incolore, e poi passato questo periodo si fa di un giallo progressivamente più intenso dal centro alla periferia, a tal che nei vecchi di 70 a 80 anni è del colore dell'ambra gialla (Petit), pari alla macchia centrale scomparsa.

Tappeto — La retina degli animali è priva di macchia centrale; ma fa le veci di questa un'area brillante ed a riflesso metallico della coroidea, che sta nel campo opposto alla terminazione del nervo ottico ed è di una estensione considerevole. Il tappeto è di colore bleu argentato nel cavallo nella capra e nel cervo, verde dorato nel bue, giallo dorato nel gatto e nel leone. In questa area la coroidea è priva di pigmento: ed il tappeto nei solipedi e nei ruminanti è costituito da un tessuto tendineo privo di vasi, e ne' carnivori da un tessuto celluloso ricoperto da granulazioni di fosfato magnesico e calcico. Sembra da ciò, che il colore più vivo per gli anzidetti animali sia quello che è ripercosso nuovamente sulla retina dal loro tappeto, ed il quale fa più spiccatamente reagire gli elementi nervosi di questa membrana. È un fatto, che ciascun animale si esalta alla vista di un dato colore analogo a quello del suo tappeto.*

268. *β) Quantitativi.* — Dacchè risulta possibile il calcolare il diametro della imagine dipinta sulla retina, si può altresì dimostrare quanto possa farsi minuta prima di sfuggire alla percezione. Se Volkmann potè ravvisare alla distanza di 30pol. un pelo del diametro di 0,002pol., ed uno studente di Baer a 28pol. di distanza ne scorse uno che aveva appena 1/60 lin.; si calcola, che al primo corrispondeva un'imagine di 0,000033pol. (=0,000396lin.) ed al secondo una immagine di 0,000021 pol. = (0,0000252 lin.). Valentin scorgeva sotto una viva luce delle strie larghe appena 0,003lin. alla distanza di 20pol.; delle quali l'immagine nella retina sarebbe di 0,0000379 lin.

269. Il diametro d'una fibra nervea primitiva è di circa 0,001 di linea; quindi è verisimile che una sola fibra primitiva sia capace di riceveredue impressioni, semprechè non avvenga, ciò che può anche supporsi, che le immagini della retina possano ancora dilatarsi da poi.

270. Il miglior modo per vedere un oggetto si è allorquando è esteso in direzione verticale e bene rischiarato, essendochè si vede meglio una linea che un punto. Però le differenze sono svariatissime nei varii individui.

271. *d) Durata della sensazione.* — La sensazione fatta dagli stimoli sulla retina non dispare subito che si allontana la causa impressionante, ma dura alcun tempo dopo. Girando intorno un tizzo ardente, le impressioni isolate si uniscono sotto la sembianza d'un cerchio di fuoco. E qui appunto si fondano le note esperienze che si fanno, dipingendo sovra un disco di cartone in ambedue le facce due parti che unite formerebbero un intero corpo, e poi facendo quello girare rapidamente; d'onde risulta la vista d'un corpo unito. Così p. e. se in una delle facce è dipinto il capo, nell'altra il tronco, girando, si crede di vedere un corpo intero.

3.° *Movimento.*

272. 5) *Azioni motorie.* — *a) Occlusione dell'occhio.* — Il muscolo orbicolare delle palpebre non esercita soltanto la sua azione, quando chiude l'occhio stanco nel tempo del sonno, ma altresì quando qualche oggetto stimolante cade sulla congiuntiva (moto riflesso), e sempre che occorra proteggerlo; al quale scopo si prestano del pari le ciglia.

* Nei mammiferi alla occlusione dell'occhio concorre anche la palpebra *nittitante*, la quale però non giunge a ricoprire l'intero occhio. Nel cane e nell'elefante la palpebra nittitante è mossa da muscoli proprii, negli altri mammiferi domestici, da uno strato di fibre elastiche *.

273. *b) Rotazione dell'occhio.* — Dai quattro muscoli retti il globo dell'occhio è ruotato insù, a basso, indentro, ed infuori. Tutti questi muscoli non possono tuttavia avere azione contemporanea, perchè allora il bulbo sarebbe tirato indietro; siccome lo è nei bruti dal muscolo campaniforme.

274. Mentre i quattro muscoli retti hanno un punto d'inser-

zione alla parte posteriore dell' orbita, e quindi esercitano la loro influenza in questa direzione antero-posteriore, i muscoli obliqui si comportano in maniera affatto diversa. L' obliquo superiore nasce, è vero, indietro, sul foro ottico, e corre lungo l'interna parte dell'orbita in avanti; ma giunto alla regione oculare anteriore, il suo tendine passa, come ognuno sa, per la troclea attaccata alla parte interna e superiore dell' orbita, d'onde ridiscende per portarsi di nuovo indietro. Laonde il suo tendine non agisce nel senso della direzione verso il foro ottico, ma sì bene in quello della troclea; e come esso s'attacca alla faccia superiore del emisfero posteriore della sclerotica, così tira in avanti la detta parte; cioè la superiore e posteriore parte della sclerotica viene rotata internamente e in avanti, e quindi accade che la pupilla si rivolga a basso ed in fuori. Dall' obliquo inferiore il bulbo è del pari girato in dentro ed in avanti, ma nella sua parte inferiore, e così la pupilla si ruota in alto ed all' esterno.

275. Il punto fisso intorno a cui ruota l' occhio durante i suoi movimenti, che è denominato *punto di rotazione*, è stato sottomesso a calcolo da Volkmann, e fissato a circa linee 5 1/2 dietro il punto più sagliente della cornea.

276. Inclinando il capo lateralmente verso la spalla, l'occhio si rivolge internamente per opera dell' obliquo superiore, in modo che si ruota verso il compagno; e così viene a contropeperare ai movimenti del capo.

277. Durante il sonno l'occhio è rotato indentro e superiormente, ovvero indentro ed in basso. Anche l' iride in quell' occasione si stringe.

* L'innerrazione del gran simpatico galvanizzato innalza lentamente l'occhio per 2 — 4 millimetri, e rende più convessa la cornea — (Brown Sequart, Waguer) *.

278. *c) Potere accomodativo.* — La facoltà di vedere con eguale esattezza tanto gli oggetti vicini che i lontani, senza che la persona muti di luogo, dimostra che nell' interno dell' occhio si esercitano tali operazioni per le quali il fatto si rende possibile.

279. Due ipotesi sono in questo argomento ammissibili. La

prima è che la lente cristallina sia fabbricata in modo,che i raggi tanto degli oggetti lontani, quanto quelli dei corpi propinqui si possano riunire in un'immagine al medesimo punto della retina (Treviranus.) Recentemente Engel provò con esperimenti istituiti sulle lenti umane, che la massima parte di essi davano, tanto ad una distanza di 7 pollici,come ad una di 21600 pollici,una immagine perfettamente chiara,quasi nel medesimo punto—La seconda ipotesi non si fonda sopra esperienze sicure;ma emerge dalle seguenti considerazioni.Se i raggi del cono d'un oggetto distante dall'occhio p.e.sei pollici si riuniscono proprio sulla retina, non dovrebbero egualmente riunirsi quelli che stanno alla distanza di 16 pollici,se non che pel cambiarsi dei rapporti di distanza fra la lente e la cornea e la retina.Perciocchè i raggi dei punti lontani convergono prima dei vicini.Se l'occhio fosse assestato per modo che i raggi dei corpi discosti 6 poll. avessero a convergere sulla retina,quelli a 16 poll.dovrebbero pervenire allo stesso punto già divergenti, e formare un circolo di dispersione.Pure un occhio umano ben costituito può vedere egualmente bene i due oggetti, secondo che fissa bene o l'uno o l'altro. Supponiamo, che volendo guardare lontano,la lente o la cornea fossero spinte indietro, per cui i raggi luminosi che convergono più innanzi vadano quindi a riunirsi esattamente su la retina, e che per guardare da presso, i mezzi rinfrangenti sieno spinti in avanti; allora questa facoltà sarebbe messa in chiaro.

280. Questa proprietà venne denominata *facoltà d'accomodamento* o di *adattazione*.

281. Non è ancora deciso, se l'occhio in istato di riposo sia meglio adatto alla vista lontana od alla prossima: secondo Volkmann la prima sarebbe più naturale.

282. Si piantino due spilli, uno dietro l'altro sulla medesima linea, e si guardi il primo a traverso di due forellini impressi l'uno vicino all'altro in un pezzo di carta: si vedrà allora doppio il secondo spillo. Si guardi questo, e apparirà doppio il primo (sperienza di Schneider).

283. Si può per tanto adattare l'occhio volontariamente per guisa che veda prima chiaro davvicino, poi chiaro da lunge. Si

guardi uno spillo a traverso di due forellini fatti uno vicino all'altro in una carta, e lo si scorgerà unico in un punto solo, e doppio in tutti gli altri. Lo spazio opaco interposto fra i due forellini, non lascia passare i raggi che dovrebbero attraversare l'asse dell'occhio. Nel fissare un punto si accomoda l'occhio in maniera, che una linea tirata da questo punto sia un prolungamento dell'asse dell'occhio. Allorchè l'asse è nascosto, non possiamo più fissare nessun punto; e senza fissazione la vista chiara è impossibile. Ma come adattando l'occhio si vede chiaro, così la fissazione è una condizione dell'accomodamento. Laonde quando l'asse è nascosto manca il potere d'adattazione. Soltanto ad una distanza, che forma la visione lontana, convengono i coni dei raggi che cadono vicini all'asse visuale in un dato punto della retina; se lo spillo è allontanato od avvicinato, i raggi o divergono o non sono riuniti, e sì nell'uno che nell'altro caso la testa dello spillo si mostra doppia.

284. I raggi luminosi che partono da punti di oggetti tenuti affatto vicini alla cornea, si riuniscono a tanta distanza al di là della retina che le imagini prodotte da essi riescono inesatte. La distanza dalla cornea in cui si ha la vista chiara non è uguale in tutti gl'individui: nei miopi è più breve, che in quelli di vista buona ne' quali suol essere dai 5 ai 9 pollici; mentre nei primi è da 2 a 3, e in me a 2 1/2. Nei presbiti questo *termine* si trova più lontano, che in quelli di vista buona.

285. Gli occhi più regolarmente costituiti possono vedere con perfetta precisione i corpi fino a certi confini, che variano però grandemente (fino di 500 pollici?) Il *punto di distanza* è nei miopi vicino al *punto di termine*, ed in me p. e. si trova discosto dall'occhio appena 7 pollici; e parimenti nei presbiti quei due punti coincidono fra di loro.

286. I mezzi che determinano nell'occhio i supposti movimenti sono finora del tutto sconosciuti.

287. Si è supposto che i muscoli retti colla loro simultanea contrazione possano tendere indietro la cornea, e facilitare in tal guisa la vista lontana (Home). Ma per avere un tal risultato, converrebbe che i muscoli non avessero il punto fisso nell'orbita, ma sì sulla sclerotica (V. anche il n. 243).

288. Più efficacemente potrebbero i muscoli obbliqui allungare l'asse visuale: se non chè questo movimento dovrebbe osservarsi nel guardare vicino, e pertanto non si verifica il caso.

289. Che la cornea s'innarchi in avanti nel guardare vicino (Home), non fu confermato dalle sperienze di Young e Senf.

290. Che si muova la lente per effetto della contrazione del legamento ciliare (Hueck), o per la pressione dell'iride sui processi ciliari e la zonula (Stellwag von Carion), non è del pari finora accertato da sicure osservazioni, malgrado che non sia inverisimile. Sotto a questo rapporto, il muscolo tensore della coroidea scoperto da Brücke e Todd, il quale dall'esterna faccia della coroidea medesima si porta all'orbicolo ciliare, sarebbe di molta importanza.

291. Una retrocessione della lente di mezza linea basterebbe a qualunque grado d'accomodamento (Olbers).

4.° Attenzione e giudizio della visione.

292. *4) Azioni psichiche. — a) Attenzione.* — Dal rapporto in cui si trovano le percezioni visive, e le rappresentazioni dell'intelletto, deriva che i singoli punti dell'oggetto devono essere raccolti dall'occhio, e veduti. Da questa ingerenza dell'anima sull'occhio, mediante l'attenzione, si ottiene cognizione chiara dell'immagine.

293. Anche nei luoghi della retina ov'è più scarsa la sensibilità, può la vista divenir chiara per mezzo dell'attenzione.

294. Ogni oggetto che si vede risveglia idee analoghe di altri precedentemente veduti. E perciò quelli che si guardano con attenzione acquistano nell'anima maggiore chiarezza, stante il confronto e la moltiplicazione con altri simili, o viceversa.

295. *b) Giudizio delle grandezze.* — Durante l'atto visivo non si associano soltanto le idee di oggetti antecedentemente veduti, con quelli che stanno davanti agli occhi, ma il confronto si estende anche agli altri sensi, e più specialmente a quello del tatto. Dal paragone dei risultati ottenuti dai due sensi emerge l'idea delle grandezze. Toccando un oggetto esterno con una

parte della cute dotata di senso squisito, rimane impressionato un certo numero di fibre primitive nervose. Se lo stesso oggetto sia veduto dall'occhio, l' immagine sulla retina prende un numero di fibre primitive assai maggiore, sebbene lo spazio sia più piccolo che sulla cute; onde noi crediamo che l' immagine stampata sulla retina abbracci uno spazio molto maggiore che non sulla cute, ove è men copioso il numero delle fibre primitive. Il cieco nato del dottor Franz trovò gli oggetti, ch'egli aveva imparato a conoscere col senso del tatto, assai più grandi dopo ch' ebbe acquistata la vista, di quello ch'erasi figurato dinanzi (V. Volkmann nell' *Handwörterbuch* di Wagner - Vista).

Se noi giudichiamo eziandio in generale della grandezza dell'oggetto dalla estensione della immagine fatta sulla retina, cioè dietro la grandezza dell' angolo visuale, dobbiamo però avere in considerazione anche il grado di attività della retina medesima. Questa membrana è più attiva quando la immagine è bianca, che non quando è nera. Se si vede ad un tempo a qualche distanza un cerchio bianco sopra un fondo scuro, od un cerchio nero sopra un fondo bianco, che siano stati tagliati secondo lo stesso stampo circolare, il disco nero apparisce d'una quinta parte minore del primo.

* Questo fatto può dipendere da una delle due cagioni - O la impressione che il cerchio bianco fa sullo stesso spazio della retina, eccitando nelle fibre nervose vibrazioni più energiche, fa sentire più distintamente allo spirito attento tutt'i punti sensitivi di quel campo: o veramente dipingendosi sulla retina un cerchio bianco in mezzo a campo nero, le vibrazioni delle particelle della retina che si trovano sul confine della immagine bianca si comunicano alla serie circolare delle particelle prossime, che entrano anche in moto mentre dovrebbero rimanersi in riposo. E questo fatto del pari impiccolirebbe la rappresentazione del cerchio nero. *

296. *c) Riferimento dell' oggetto al di fuori.* — Col senso del tatto finalmente viensi a somministrare all' anima il fondamento necessario per formarsi una idea d'un mondo esterno. Condotti da questa esperienza noi riferiamo al di fuori gli oggetti che ve-

diamo, sebbene le impressioni che la retina riceve dalle immagini sieno i veri oggetti sensori, e sieno perciò condizioni organiche. Ma questo riferire al di fuori non è un atto organico; nè vuol altro significare, se non che dietro altre sperienze noi siamo condotti a giudicare, che gli oggetti non sono in noi stessi. Anche le impressioni subbiettive noi giudichiamo di primo slancio non appartenere a noi, ma sì al mondo esteriore.

297. *d) Vista diretta.* — Sebbene le immagini degli oggetti sulla retina sieno capovolte, pure noi vediamo i medesimi in posizione diritta, come li sentiamo col tatto.

298. Questo fatto si appoggia con tutta probabilità parimenti a' confronti che fanno le potenze dell' anima nostra fra la vista ed il tatto. Le idee del sopra e del sotto sono prodotte da contrassegni desunti dai rapporti del nostro corpo colla terra. L' estremità finale del nostro corpo che tocca la terra coi piedi è denominata inferiore; e la opposta, superiore. Il nostro concetto (sotto) ha la prima sua origine da un' impressione di tatto, dietro cui nacque per combinazione d' altre idee il secondo concetto (sopra). Si potrebbe anzi supporre altresì che questi concetti derivassero di slancio dal senso della visione, stantechè noi denominiamo *sotto* tutto ciò che sta in contatto colla terra; ed infatti noi vediamo i nostri piedi e la terra sulla nostra propria retina. Ma ci vuole una serie ben più grande di esperienze per giungere al giudizio, mediante la vista, che nel camminare il piede non sia sul medesimo piano della terra. L'occhio deve accomodarsi diversamente per ravvisare chiaramente il piede, e per ravvisare il pavimento; e questo giudizio si fonda in parte sul confronto dei risultati di questi diversi accomodamenti, in parte sopra altre esperienze. Egli è però molto più verisimile, che l' idea del *sotto* si formi per una via più facile qual è quella del tatto, che non per mezzo della più complicata com' è quella della visione. Una volta entrata nella nostra anima l' idea del *sotto*, per questo mezzo acquistata, noi per istinto riportiamo tutte le idee che ci pervengono colla vista a questa primitiva che abbiamo acquistata col tatto. Ciò che per tanto nella immagine retinica sta più vicino alla terra, con un atto rappre-

sentativo facile a effettuarsi è rovesciato, come infatti è facile coll' immaginazione rovesciare un corpo. Si può p. e. con tutta agevolezza formarsi col pensiero la rappresentazione d'una chiave, di cui si veda a basso l' anello, e rappresentarcela capovolta in modo, che l'anello ci appaia di sopra,e ciò senza averla materialmente capovolta.

299. In egual modo noi giudichiamo della parte destra e sinistra, non secondo le impressioni fatte sulla retina, ma secondo quello del tatto.

300. Volkmann spiega il modo di intendere la direzione degli oggetti visivi specialmente col senso muscolare dei muscoli dell' occhio. Se p. e. si mira un oggetto, per distinguere la sua parte destra dalla sinistra,bisogna fissare prima l'una poi l'altra. Nel primo caso è d'uopo volgere l' asse visuale alla parte destra per opera del retto (esterno od interno). Noi sentiamo questo movimento, e dietro questo sentimento diamo il giudizio della vera posizione dell' oggetto.

301. *e*) *Determinazione delle distanze.* — Lo distanze dei corpi non possono neppur esse vedersi, ma sì soltanto giudicarsi per mezzo dei seguenti processi: 1.° per varî modi di accomodamento eseguiti con conscienza ; 2.° dal rimanere l' oggetto lontano più o meno coperto dal più vicino che si imprende a fissare ; 3.° da che è conosciuta la grandezza di molti oggetti veduti da presso, e da che per esperienza si sa che l' identico oggetto in lontananza apparisce minore, dalla sua picciolezza ci formiamo il giudizio della sua lontananza ; 4.° la moltitudine degli oggetti, posti fra l' occhio e l' oggetto che si guarda, diviene anch' essa un mezzo di discernimento; 5.° il senso della posizione d' ambidue gli occhi è, secondo Volkmann, il più importante degli argomenti per apprezzare le distanze,essendochè gli assi ottici convergono più fortemente guardando i vicini, che non facciano per gli oggetti lontani.

*Negli animali,la nozione della distanza mediante il senso visivo sembra essere primitiva.Così si scorge,che il cavallo al salto della barriera o di un fosso abbia dalla vista una nozione precisa dell'altezza e distanza. Il gatto misura il suo salto, e del pari il carnivoro che si lancia sulla preda. Il cane, ove gli si tiri una

pietra fugge,ma giunto a distanza da non poter essere raggiunto si arresta: e parimente fa il lupo che ad una calcolata distanza dal cacciatore lo guarda assiso sulla groppa.*

302. *f*) *Determinazione de' movimenti.* — Anche la determinazione del movimento dei corpi è il risultato di giudizi.

303. *g*) *Visione unica.* — Finalmente appartiene alla stessa legge la vista unica e doppia. Dalle osservazioni di Müller si è riconosciuto che sulle due retine vi sono certe aree, la cui irritazione apporta anzichè due un solo effetto luminoso; le quali perciò furono nominate *identiche*.

304. Si figurino le due retine collocate l' una sopra l' altra : esse si coprirebbero allora colle aree identiche. Quindi l' area interna dell' occhio sinistro è identica alla esterna del destro, e così via discorrendo.

305. « Se stando all'oscuro e ad occhi chiusi si preme col dito un punto determinato dell'occhio, e conseguentemente della retina, si vede apparire nel campo visivo un cerchio di fuoco. Comprimendo col dito la parte superiore d' un occhio, e la inferiore dell' altro, si vedono due cerchi di fuoco uno sopra ed uno sotto.Fatta la stessa pressione sulle parti interne od esterne d' ambi gli occhi si formano sempre due figure. Se invece la compressione delle due dita, e sempre all'oscuro, è fatta in ambidue gli occhi inferiormente, appare un solo cerchio infocato superiormente a metà del campo visivo; e se si fa di sopra il cerchio apparisce a basso. La pressione fatta ne' due occhi a sinistra dà il cerchio di fuoco a destra (Müller) ».

306. Da ciò si scorge,che esistono nelle due retine dei punti corrispondenti,le cui percezioni cagionate dagli stessi moventi, si fondono dall'anima in una sola. Fissando con ambo gli occhi un oggetto,lo si ravvisa bensì esattissimamente in ogni sua parte, ma si vedono ad un tempo tutto all' intorno del medesimo molti altri oggetti in modo più semplice. Tirate da tutti questi punti, che si vedono unici, una curva, e voi descriverete un circolo, che prese il nome di *circolo oropterico*.

307. Tutti i corpi che cadono sui punti corrispondenti delle due retine sono percepiti come fossero un solo, e in tutti gli al-

tri casi appaiono doppi. Girando un occhio per guisa che l' oggetto ch' ei fissava non si trovi più nel circolo oropterico, lo si vede doppio, perchè non colpisce più le identiche aree della retina. Si impuntino tre spilli in linea retta un dietro l'altro, e si osservi p. e. il medio a traverso d' un piccolo pertugio: si scorgeranno gli altri due doppi. L'immagine dello spillo anteriore si troverà sulle retine d'ambidue gli occhi all'esterno, e quella del posteriore all' interno dell'asse visuale; ma queste due aree non sono identiche.

308. L' unificarsi di due impressioni è dimostrato in modo molto istruttivo dallo *stereoscopio* di Wheatstone. Si facciano due disegni d' un corpo qualsiasi, che allo sguardo corrispondano perfettamente, così che uno sia davanti al destro, l' altro al sinistro occhio. I due disegni si contemplino contemporaneamente col mezzo di due specchi i quali sieno tenuti vicinissimi agli occhi, in guisa tale che un occhio guardi in uno specchio, l' altro nel compagno: si vedrà allora, nel mezzo, un' immagine unica, e si avrà di conseguenza la sensazione d' un solo corpo. Del pari avendo prese col dagherrotipo due immagini d' una statua, ripetendo l' esperimento citato, si crede di vedere davanti una statua sola.

II. Udito.

309. *Condizioni necessarie.* — L'udito ci dà la sensazione dei suoni. Condizioni necessarie ad un udito chiaro e preciso sono a considerarsi; 1.° il trasporto delle onde sonore che pervengono all'orecchio esterno, per mezzo dell' aria di liquido o di corpi duri, e che sono trasmesse fino alla espansione del nervo acustico; 2.° che la impressione propagata da questo nervo al cervello sia dall'anima percepita; 3.° che per mezzo di certe attività dell' anima si renda possibile una retta sensazione.

310. *Mezzi.* — È necessario, che fra l' orecchio ed il luogo ove dalla percussione dei corpi hanno origine le oscillazioni sonore, esista un mezzo capace di riceverle e diffonderle.

311. Questi mezzi sono o gas, o liquidi o corpi solidi.

312. Se il punto d'origine d'un suono è un corpo solido, il suo-

no stesso si sente meglio qualora il mezzo è anch'esso un corpo solido. Il battere d'un orologio è meglio sentito se si applica l'orecchio alla tavola su cui l'orologio riposa, anzichè per mezzo dell' aria. Se invece in questo caso l' orecchio è applicato ad un corpo solido che sta d'appresso, ma diviso per mezzo di uno strato d' aria dal corpo che dà il suono, si sentirà questo suono molto indistinto. Perfino diventa men chiaro se l'orologio è coperto di un corpo molle.

313. Un suono che nasce nell'acqua si sente meglio per mezzo dell'acqua o d'un corpo duro, che non per mezzo dell'aria.

314. Un suono generato nell' aria s' indebolisce se dall' aria passa per acqua, più ancora di un suono nato nell' acqua e che passa per l' aria.

315. *Concentrazione delle onde sonore.* — Alla decisa formazione dei suoni sembra indispensabile la concentrazione delle onde in uno spazio angusto. E perciò s' accresce l'acutezza dell'udito allorchè s' allunga il condotto uditivo con un tubo applicatovi fuori, ovvero colla mano acconciamente adattatavi a mò di tubo. Più specialmente esercita quest' azione un canale imbutiforme che si restringa verso l' orecchio.

316. *Orecchio esterno.* — Sembra avere questo scopo anche la struttura dell'esterno orecchio (fig.36); il quale negli animali dotati di udito acuto suol essere singolarmente assai grande.

317. È dubbio se le onde sonore che toccano le diverse irregolarità dell'auricola, perchè sono ripercosse, servano a rinforzare l'udito. Le osservazioni di Esser e di Minichini hanno invece dimostrato che, facendo angoli di riflessioni uguali a quelli d'incidenza, sono assai poche le onde che arrivano nel meato uditivo.

318. Gli uomini che sono mancanti dell'orecchio esterno possono ciò non ostante avere acuto l' udito, comunque forse non più alle stesse distanze.

* L'influenza, che le varietà di forme e direzione del padiglione dell'orecchio nei differenti animali possono avere nel raccorre e trasmettere le ondulazioni sonore alla membrana del timpano, non è esattamente conosciuta. Gli animali di squisito udito presentano ritti gli orecchi; ed allorchè vogliono udir meglio, ri-

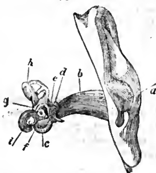
volgono l'apertura nel verso da cui provengono le onde sonore. Il cavallo cieco agita continuamente gli orecchi per udire a distanza gli oggetti che non può vedere. Gli animali che insegnono una preda li rivolgono in avanti, e quelli che fuggono, indietro. Pare, che la considerevole grandezza del padiglione pendente nell'elefante, nel bue e nell'asino non influisca sulla squisitezza del senso uditivo *.

319. *Cerume.* — Le funzioni del cerume, materia composta d'un grasso molle, d'albumina, d'una sostanza gialla amarissima, di estratto e di sali, è tuttora sconosciuta.

320. *Meato uditivo.*—L'esterno meato uditorio (fig. 36, *b*) sembra contribuire colla sua curvatura alla riflessione delle onde sonore.

321. *Membrana del timpano.*—La membrana del timpano (*c*) trasmette le oscillazioni sonore già concentrate, e forse riflesse dall'esterno orecchio, alla catena dei solidi ossicini timpanici (*d e f*), ed all'aria del timpano. La detta membrana è da quelle onde medesime che la percuotono messa in analoga oscillazione, come fa qualunque membrana tesa.

fig. 36



322. Le oscillazioni sonore, che si propagano dall'aria ai corpi solidi, trapassano più agevolmente quando fra i due anzidetti mezzi si trova tesa una membrana (Savart). Perciò la membrana del timpano sembra facilitare questo passaggio dal meato uditivo esterno agli ossicini acustici.

323. Mettendo, secondo Müller, in esatta comunicazione un fischio con un tubo di legno, e facendo passare a traverso di questo tubo un bastone che rappresenti gli ossetti acustici, poi fra il fischio ed il tubo s'interponga una membrana che raffiguri quella del timpano, egualmente tesa, e tutto congegnato per modo che un tubo di vetro pongasi in comunicazione colla estremità

inferiore del bastone la quale sia immersa nell' acqua; ne avviene che, soffiando nel fischio, si sente benissimo il suono a traverso il tubo di vetro.

324. La posizione obbliqua della membrana del timpano sembra favorire la riflessione del suono.

325. Una membrana distesa e cospersa di sabbia, se sia posta in vibrazione per mezzo di onde sonore vicine, la sabbia saltella più vivacemente sotto una lieve che sotto una forte tensione (Savart). Da ciò verrebbe a concludersi, che il muscolo interno del martello, che tira quest' osso indietro, e con lui la membrana del timpano che vi è unita strettamente, mettendola in più forte tensione, sia destinato a indebolire le troppo forti oscillazioni sonore. Forse ha lo stesso ufficio anche il muscolo stapedio, il quale attaccandosi al collo della staffa, la tira indietro verso la finestra ovale, e trascina indietro ad un tempo l'incudine ed il martello e quindi la stessa membrana.

* Esser ha distrutta artificialmente la membrana del timpano nei cani; e l' udito si è conservato, ed in alcuni anche esaltato. La perforazione di essa nell' uomo non suol rendere ottuso l' udito *.

326. *Ossicini timpanici.*—Si è osservato, che la direzione delle vibrazioni sonore nelle verghe, si propaga sempre secondo la loro lunghezza. Se adunque si porrà sopra una verga orizzontale una seconda verticale, e su questa una terza orizzontale, si avrà nell' ultima la stessa direzione delle vibrazioni sonore che si ha nella prima (Savart).

327. Gli ossicini timpanici sono disposti ad un dipresso in tal modo, che la direzione delle vibrazioni non può esservi mutata gran fatto. Vogliamo dire, che le onde sonore trasportandosi dalla membrana del timpano al martello, passano così dalla direzione trasversale alla verticale. Contro il manico del martello sta la gamba lunga della incudine, quasi ad angolo retto; laonde dalla verticale le vibrazioni passano di nuovo alla trasversale. Allora ritornano longitudinali nell'ossetto orbicolare, nell'ossettino *poststapedieno* che Saint-Martin ha trovato nell' asse del muscolo della staffa ne' solipedi e ruminanti, e nelle branche

della staffa, per finire da ultimo trasversali nella base di quest' osso, com' erano nella membrana del timpano.

* Flourens ha estirpata nei piccioni la catena degli ossettini, e l' udito è divenuto ottuso. Nelle rane, si estirpa con facilità la columella colla sua base dalla parte della tromba, e si ha lo stesso risultato *.

328. *Tromba d' Eustachio.* — Essenzialissima condizione per l' udito sembra essere la corrente dell' aria nella cavità timpanica, effettuata dalla tromba d' Eustachio che con essa ha comunicazione diretta. L' ostruzione di questo canale ha per esito facile e forse frequente la sordità;più che non lo abbia la perforazione della membrana del timpano, comunque congiunta alla perdita del martello, potendo malgrado ciò mantenersi una certa perfezione nelle funzioni dell' udito.

329. Si può paragonare l' apertura della tromba Eustachiana ai fori della cassa del violino, destinati ad accrescere la risonanza (Henle), ovvero ai fori laterali del tamburro militare (Itard).

330. Se, a bocca e nari chiuse, si fanno movimenti inspiratori, l' aria che si trova nella cavità della bocca e delle fauci si rarefà, e conseguentemente anche quella della tromba Eustachiana. Da ciò deve derivare una grande tensione della membrana del timpano ; e in queste condizioni si sente poco distintamente.

331. La stessa cosa ha luogo, se a bocca e narici aperte si esercitano moti d' espirazione, dai quali la tromba rimane allargata, e per conseguenza la cavità timpanica riempiuta d' aria e la membrana distesa.

332. A sentire la propria voce forse non contribuisce per nulla la tromba Eustachiana.

* I muscoli del palato, e del faringe dilatano gli orifici delle trombe nell' atto della deglutizione, e ciò si avverte deglutendo la saliva a nari e bocca chiuse. Gli orifici delle trombe nell' esercizio normale dell' udito son chiusi. (Toynbre) *.

333. *Trasmissione del suono al timpano.* — Il suono pervenuto per mezzo della membrana del timpano nell' orecchio medio si propaga per doppia via,cioè per mezzo di corpi solidi (os-

sicini e pareti della cavità), e mediante l'aria; ma secondo le ricerche di Müller, più fortemente per quelli che non per questa. Sembra però che questa doppia maniera di trasmissione abbia influenza relativamente al risuono.

334. È probabile che il trasporto de' suoni per mezzo delle ossa del capo sia molto debole, stantechè le onde sonore poco si propagano dall'aria ai corpi solidi. Applicando un corista a chiuse orecchie sulla volta del cranio, si sente a dir vero un suono, ma sempre assai più debole, che se venisse applicato sull'osso temporale, cioè in maggiore vicinanza all'orecchio. Se per converso il suono prodotto da un corpo duro passa direttamente alle ossa del capo, lo si sente chiarissimo, come è il caso d'un orologio applicato sul vertice del capo, o tenuto fra i denti, essendo chiusi gli orecchi.

335. *Orecchio interno.* — L'acqua del labirinto (la linfa di Cotugno) che trovasi nell'orecchio interno sembra avere una speciale importanza, come quella che trovasi in tutti i vertebrati, sebbene non si possa determinarne l'ufficio. * Le espansioni delle fibre radiate acustiche sono bagnate, e tenute in istato di mollezza, dalla linfa del labirinto, come la retina dall'umor vitreo per l'organo della vista, e le ondulazioni sonore le sono precipuamente dalla linfa comunicate (Cotugno)*. Certo è degno di osservazione il fatto, che le parti centrali del sistema nervoso debbano essere inaffiate dal fluido cerebro-spinale per poter esser in caso di adempiere alle proprie funzioni.

336. Sono sconosciuti del pari gli usi delle concrezioni calcaree, *ototiti*, che si trovano nella perilinfa del vestibolo. Forse che giovano a trasmettere le onde sonore a traverso dell'acqua, in modo che il nervo acustico rimanga scosso non soltanto dalle oscillazioni di questa, ma altresì dalle onde messe in movimento da sì fatti corpi duri (Müller), meglio atti a propagarle. Che queste pietruzze durante la formazione de'suoni balzino nell'acqua come fa la sabbia nelle figure sonore di Chladni è poco verisimile, perchè la sabbia immersa nell'acqua sotto le oscillazioni sonore non riceve alcun movimento.

337. Rispetto alle funzioni del vestibolo (fig. 32, *g*), si può

arguire che il fluido contenuto rafforzi la risonanza, e che le onde sonore vengano raccolte dalle ossa del capo mediante l'acqua. Però gli sperimenti hanno dimostrato non doversi dare gran peso a questi vantaggi (Müller).

338. Nei canali semicircolari (*h*) il suono viene trasmesso in direzione delle loro curve, sebbene lo sarebbe assai più ove fossero ripieni di aria (Müller).

339. Siccome il modiolo della coclea (*i*) è quasi paralello ad una linea verticale tirata sul piano della finestra ovale, così le onde sonore che passano dalla detta finestra alla coclea corrono nella direzione medesima, mentre le trasversali della lamina spirale passano in ogni giro nelle longitudinali del modiolo (Müller). Intorno alla importanza delle scale della coclea, ci troviamo ancora all'oscuro. Secondo Flourens, la distruzione della coclea abolisce quasi in tutto il senso acustico.

340. *Suono e toni.* — Se un solo urto prodotto da un' onda sufficientemente gagliarda agisce sul nervo acustico, il risultato è un suono; se succedonsi diversi urti celeramente l' uno dietro l'altro, senza regolare intervallo, ne proviene uno strepito; se finalmente sotto le stesse circostanze gl'intervalli degli urti sono regolari si ha un tono musicale.

341. Secondo Savart sono necessarî almeno due onde successive, risultanti di quattro vibrazioni, stantechè ad ognuna appartiene un alto ed un basso, per dar luogo alla produzione d'un tono.

342. Se le vibrazioni dei corpi sonori si succedono rapidamente fra loro, si ottiene un tono acuto. Secondo Savart si può ancora distinguere un tono che corrisponda a 48000 vibrazioni al minuto secondo. Nei toni più gravi si hanno appena 14 vibrazioni al minuto secondo.

343. *Acutezza e finezza dell' udito.* — L'udito fino è quello che sa esattamente distinguere le successioni rapide o lente, regolari od irregolari, delle onde che urtano il nervo acustico; nonchè le più minute differenze di altezza e profondità de'toni.

344. Acuto è quell'udito che avverte anche le più piccole vibrazioni prodotte da urti leggieri, o provenienti all'orecchio da grandi distanze.

345. Un udito fino ed acuto non si trova sempre nel medesimo individuo, potendo essere acuto senza esser fino, e viceversa.

346. *Sensazioni secondarie.* — Come sulla retina rimangono le immagini secondarie, così nell'organo dell'udito restano sensazioni, che possono anche durare molte ore dopo.

347. *Irritazione del nervo acustico.* — Le malattie del nervo acustico, l'influenza della immaginazione, e gli stimoli elettrici generano talora sensazioni di suono; le quali sono perciò da considerare come condizioni del nervo acustico stesso, siccome quelle che d'altronde nascono colla massima facilità e frequenza da oscillazioni sonore.

348. *Movimenti.* — I movimenti dell'orecchio umano sono limitatissimi, talchè pochi possono rivolgere l'auricola verso la direzione dei suoni, o determinare coi piccoli muscoletti della medesima qualche cangiamento nella forma della conca. Già abbiamo detto abbastanza sui movimenti della membrana del timpano.

349. *Azioni dell'anima.*—La direzione e la distanza del suono non sono materialmente percepite, ma soltanto determinate dietro un giudizio. Però in questo argomento possono aver luogo illusioni, massime perchè l'azione maggiore di un suono si esercita generalmente sovra uno dei due orecchi, e perchè l'aria, che ne è il più ordinario veicolo, arriva talora da una direzione diversa da quella in cui trovasi il corpo che ha generato il suono.

* Negli animali, i movimenti de'loro orecchi, ed il verso della loro fuga, indicano che essi distinguono la direzione ed anche la distanza dei rumori coll'udito. Discernono i suoni gravi dagli acuti; i primi muovono a furore il leone: distinguono il metallo della voce, e le inflessioni della parola di minaccia: quasi tutti i bruti, e particolarmente gli uccelli, sono sensibili all'armonia. Il suono del corno risveglia l'ardore nel cane da caccia, e quello della tromba agita tutte le fibre del cavallo di battaglia*.

350. L'udire semplice dei due orecchi proviene probabilmente anch'esso da un giudizio poggiato sulla perfetta identità delle impressioni fatte sui due organi.

351. In ogni udito fino ed acuto entra in giuoco ad un tempo

l'attenzione, da cui siamo fatti capaci di distinguere un tono fra mezzo a molti altri.

III. Odorato.

352. *Condizioni necessarie.* — Questo senso ci somministra la nozione degli odori. Condizioni necessarie ad un odorato distinto obbiettivo sono: 1.° che le particelle odorose sieno comunicate per mezzo dell'aria alla mucosa del naso: 2.° che la impressione fatta da quelle sia percepita: 3.° che vi concorrano certi movimenti: 4.° che mediante certe azioni dell' anima sia renduta possibile la sensazione.

353. *Sostanze odorose.*—La sostanza odorifera non può essere isolata dai corpi a cui sta annessa; alcune materie molto odorose non perdono il proprio odore neppure dopo molti anni, e tuttavia è impercettibile la diminuzione del loro peso. Così le carte profumate di ambra mantenevano il loro odore 40 anni dopo (Haller). Ciò dimostra, che basta sì poca sostanza odorosa a vellicare l'organo olfattorio, da non poterla sottoporre a veruna maniera di peso.

354. La sostanza odorosa si apprende a certi corpi con grande tenacità, ed a certi altri in modo fugace e passaggero. L'odore della reseda p. e. sparisce assai presto per malattia della pianta. Alcuni fiori perdono l' odore collo sfregamento. Per contrario il muschio e l' ambra lo mantengono anche ridotti a particelle minutissime; anche l' odore della putredine resta per gran tempo.

355. *Mezzi.* — Negli animali che respirano, le sostanze odorose non arrivano nell' organo olfattivo, mediante altri mezzi, tranne quello dell'aria che loro serve di dissolvente e veicolo. Infatti le sostanze molto odorose se sono injettate nelle narici non vengono percepite (Tourtual).

356. *Nervo olfattorio.* — La percezione degli odori si lega alla presenza del nervo olfattorio, la cui mancanza o le cui infermità tolgono l' odorato. Le malattie della mucosa nasale pregiudicano generalmente con grande rapidità questo senso.

357. Il nervo olfattorio si distribuisce, siccome provano le

cognizioni attuali, sulle pareti laterali del naso, nè discende oltre il secondo cornetto, lasciandone sprovveduto l'inferiore.

358. *Movimenti.* — Per rendere migliore e più chiara la sensazione olfattoria sembra essere indispensabile un movimento vivace dello strato d'aria che contiene le molecole odorose. Vicino ad una fenestra ove l'aria si mescola con quella della stanza si odora con maggiore chiarezza che in qualunque altra parte della stanza medesima. Si può tenere sotto il naso un corpo dotato di odore fortissimo, come sarebbe l'ammoniaca, senza sentirlo, se si trattiene il respiro; laddove è percepito all'istante che incomincia l'inspirazione (Minichini, Bidder).

359. *Modo d'azione sul nervo olfattorio.* — L'odore si comunica alle terminazioni delle fibre del nervo olfattorio, sebbene non le tocchi direttamente, per essere coperte da muco, da epitelio, e dallo strato fibroso della mucosa. Però è ignoto, se debbasi ammettere che l'odore trapassi le dette parti, o se colpisca le fibre nervose per un certo modo di scuotimento. L'odore è momentaneamente sospeso se le due narici si riempiano di acqua (E. H. Weber).

360. *Sensazione secondaria.* — La sensazione si mantiene ancora per certo tempo nell'organo olfattorio dopo l'allontanamento della sostanza odorifera; restando su questo particolare indeciso, se ciò dipenda da particelle odorose rimaste addietro, o da sensazione secondaria.

361. *Odori subbjettivi.* — Possono però generarsi degli odori subbjettivi per malattie del cervello e dell'organo olfattorio, e in certuni per cause meccaniche.

362. *Azione dell'anima.* — Coll'attenzione si ricordano sotto nuove sensazioni odorose le percezioni antecedenti, e si distinguono nel medesimo corpo odori diversi.

363. Dalla rappresentanza intellettuale di odori nascono odori subbjettivi, come p. e: nei luoghi ove si trovano materie putride, nasce talora la sensazione, anche quando esse non sono più presenti.

364. I corpi dotati d'odore forte possono agire sul sistema nervoso, sì producendo deliquî, come risensando dal deliquio.

365. *Cavità accessorie.* — In qual maniera contribuiscano all'odorato le cavità accessorie non è conosciuto, molto più che esse non sono per sè dotate di sensibilità olfattoria: forse come a serbatoi delle particelle odorose che vi pervengono?

* *Senso olfattivo negli animali.*—L'odorato degli animali è di una portata lontanissima, di una squisita distinzione, e di una lunga durata. Tra i carnivori, l'olfatto del cane è de'più squisiti e delicati: gli bastano le lievi emanazioni che lascia sulla terra e nell' atmosfera il passaggio della lepre e dei volatili, per mettersi sulla loro traccia; esso distingue in una via frequentata da molta gente le emanazioni rimastevi dal semplice passaggio del suo padrone. Il lupo e la volpe sono parimenti guidati dall' olfatto alla cerca della preda, e con questo senso ben distinguono la carne in cui si è nascoso veleno, e non cadono in trappola. Il porco fiutando scava i tartufi che stanno profondamente nel terreno. I dromedarii addetti ai trasporti nei deserti, e le vacche nei vasti pascoli, sanno da lontano dirigersi alle sorgenti per dissetarsi. Però non può certamente inferirsi, che questa nozione loro venga dall' olfatto, perchè dall' acqua nessuna emanazione odorosa; ma sembra piuttosto nozione che derivi dall' impressione di una corrente di aria più fresca, sulla cui direzione l' animale perviene alla sorgente.

Nei campi di Farsalia coperti di cadaveri si videro venire avoltoi, e si credette dall' Asia mossi dall' olfatto!

L'olfatto è il senso che più da vicino regola l'istinto di conservazione e quello di riproduzione. Esso presiede al regime ed alla scelta degli alimenti, ed è guida sì sicura che le sue nozioni non hanno bisogno di esser controllate dal gusto. Gli animali erbivori distinguono all'odore le piante utili dalle velenose e nocive, e generalmente mostrano avversione all'odor della carne. Il cavallo si convelle ed il toro infuria al solo fiutare carne putrefatta; ed il carnivoro non tocca quella della sua specie—L' olfato è il senso esploratore dell'aria che si respira. Gli animali evitano di respirare emanazioni perniciose, come l'esalazioni cadaveriche, quelle di gas acido carbonico o di gas idrogeno solforato, etc.

E pel secondo, le sensazioni dell'olfatto fanno assai di lontano scovrire ai maschi le loro femine in caldo, e ne esaltano le attività degli organi sessuali.

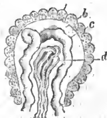
Questa squisitezza dell' odorato negli animali va di accordo col considerevole sviluppamento ed estensione che presenta il campo olfattorio della schneideriana, e colla notabile grandezza dei nervi e lobi olfattorii.

IV. Gusto.

366. *Condizioni necessarie.* — Il senso del gusto ci somministra la nozione dei *sapori*. Per avere un gusto chiaro e distinto sono necessarî: 1.° il materiale contatto degli oggetti sapidi coll'organo gustatorio, 2.° i movimenti della lingua, 3.° la sensitività de' nervi gustatorî, 4.° l'attenzione ed il giudizio.

367. *Organi.* — La parte essenzialmente gustatoria è la base della lingua. Secondo le numerose osservazioni di Valentin e di altri hanno senso di gusto anche i pilastri posteriori del velo palatino, i prolungamenti delle due arcate dello stesso velo fino all' epiglottide, le tonsille, la parte superiore della faringe di rincontro alla base della lingua, e la inferiore faccia della lingua medesima. Di rado ha senso gustatorio la parte anteriore del dorso della lingua.

fig. 37



* Gli organi elementari del gusto sono le papille fungiformi e le caliciformi o circonvallate. La fig. 37 rappresenta una papilla fungiforme, formata da una produzione *b* della mucosa linguale e coperta di epitelio, nella quale papilla è rappresentata l'ansa vascolare capillare *c*, ed il fascetto *d* di fibre nervose terminali *.

368. *Sostanze sapide.* Le sostanze saporose stimolano o soltanto gli organi del gusto, come fanno le solamente dolci o solamente amare, ovvero impressionano ad un tempo il senso del-

l'odorato. * Sembra probabile,che il consenso tra il gusto e l'olfatto abbia luogo mediante l'organo di Jacobson, il quale in taluni bruti è più sviluppato *.

369. Queste sostanze sapide devono essere sciolte per essere sentite, imperciocchè non si prova gusto alcuno innanzi che le particelle loro sieno diluite dalla fluidità della lingua.

370. È ignoto quali sieno le condizioni per mezzo delle quali un corpo diventa saporoso; essendo ancora ignota la natura del sapore. Sembra talvolta che sia volatile la sua proprietà, mentre molte sostanze perdono il loro sapore coll'essere lasciate stare per lungo tempo. Il sapore si cangia altresì quando si mutano i componenti chimici d'un corpo; come avviene p. e. nel maturarsi e stramaturarsi delle frutta, per cui l'acido si converte in dolce, e questo in farinaceo; o viceversa come accade delle patate in cui il farinacco si trasforma in dolciastro quando si agghiacciano.

371. *Movimenti.* — Dai movimenti della lingua i corpi sapidi sono messi in rapporto coi vari punti della superficie gustatoria, nell'atto che per l'azione della saliva e del muco la parte solubile viene disciolta e conseguentemente percepita. Se si tiene la punta della lingua per breve tempo in acqua calda da 41.° a 42.° R., ovvero nel ghiaccio, la sensibilità gustatoria rimane momentaneamente attutita, ed anche affatto soppressa (E. H. Weber). Onde non percepiamo i sapori delle sostanze troppo calde o troppo fredde.

372. *Nervi gustatori.* — Dei tre nervi che si distribuiscono alla lingua, il glosso faringeo si disperde principalmente al di dietro, l'ipoglosso nel mezzo, il linguale del trigemino nella parte anteriore. La regione posteriore ha gusto più squisito, la media ha più energico il movimento, l'anteriore è prevalente pel senso tattile.

373. Questa divisione delle funzioni spettanti alle varie regioni della lingua rende verisimile l'opinione che il glosso-faringeo sia il precipuo nervo gustatorio, mentre l'ipoglosso serve al movimento, ed il linguale del trigemino al senso tattile.

374. Dalle osservazioni di Panizza, di Valentin e di Stannius

è stata questa ipotesi comprovata per via d'esperienze; perciocchè la recisione del nervo linguale priva la lingua di senso tattile, così che può essere offesa in ogni guisa senza destarsi dolore, sussistendo nell'animale il disgusto par le sostanze amare; mentre la recisione del glosso faringeo non toglie il senso tattile, dovechè rende indifferente l'azione delle sostanze amare. Altri osservatori (Müller, Kornfeld, Biffi e Morganti, e Barbarisi), non sono venuti però a risultati tanto esclusivi. Müller riporta, come prova della sensibilità gustatoria delle ramificazioni del trigemino, il semplice ed ovvio esperimento dell' applicazione d'un dito tinto nella soluzione di quassia sul palato molle, da cui si ha ben tosto la sensazione di cosa amara; * o l' altro, di toccare lo zucchero polverato colla sola punta della lingua per sentirne subito il sapor dolce.

Non ogni corpo sapido eccita un sapore identico in tutta l'estensione dell' organo del gusto: p. e. l' acetato di piombo si sente fresco, piccante ed astringente nella punta della lingua, affatto zuccherino verso la base (Minichini) *.

375. *Papille circonvallate.* — Le papille circonvallate sembrano i principali conduttori delle impressioni gustatorie.

376. Per mezzo della sensazione possiamo comprendere due impressioni gustatorie, o simultaneamente, o immediatamente una dopo l' altra.

377. *Gusto subbjettivo.* — Le irritazioni meccaniche della lingua possono dar luogo ad un gusto subbjettivo. Spesse volte in condizioni patologiche insorge un gusto di oggetto esterno non presente, incerto però ancora se provenga piuttosto da' prodotti secretorii morbosi ingeneratisi dentro la bocca. Tale è il gusto astringente che si presenta talora nelle isteriche, ed il gusto dolce dei malati pneumonici.

378. *Influenze psichiche.* — Il gusto si rende più chiaro coll' attenzione.

379. La riproduzione delle sensazioni gustatorie è più difficile e rara di quelle olfattorie.

V. Tatto.

380. *Differenze fra tatto e sensazioni tattili.* — Siccome il tatto appartiene alle percezioni sensorie, non vi dobbiamo rapportare tutte quelle sensazioni che ci pervengono dallo stato particolare del nostro corpo, e che non sono objettive. Voglionsi dunque escludere il senso della sete, della fame, del piacere, del solletico, del dolore, del calore del proprio corpo, e somiglianti, che si abbracciano nella generale appellazione di *senso comune*. Vi si comprendono invece le sensazioni della temperatura, coesione, grandezza, peso, e forme degli oggetti esterni.

* Gli organi elementari del tatto sono le papille cutanee, (fig. 38, A), che sono produzioni del tessuto fibroso del derme, coperte l'epidermide, e penetrate da un'ansa capillare *b*, e da un'ansa nervosa *c*. Sembra, che i corpuscoli paciniani (V. fig. 34) siano benanche organi speciali di tatto *.

fig. 38



381. *Condizioni necessarie.*—Al tatto sono necessari: 1.° un intimo ed adeguato contatto del corpo che si esplora: 2.° il senso comune, cioè *a)* il senso della posizione delle singole parti del nostro corpo, che ci avverte p. e. che il piede sta in continuazione della gamba, che fra la cute dell'addome e quella del dorso vi è continuità, ec., in una parola il sentimento della topografia delle parti del corpo, *b)* il senso del nostro calore naturale, *c)* il senso della presenza d'un corpo estraneo che si mette in contatto colla superficie del nostro, e il senso della resistenza contro il corpo estraneo, *d)* il senso della intensità ed estensione dei movimenti, pel quale distinguiamo la velocità con cui per esempio dev'essere mosso un braccio la tale o tal'altra volta: 3.° il giudizio e comparazione, stantechè ad ogni contatto noi facciamo un confronto fra il senso presente eccitato allora da un corpo straniero, e le reminiscenze anteriori: giudizio della forma, del caloro, etc., de' corpi estranei. Se i due sensi accennati al N. 2 sono sospesi, il tatto non è più possibile, come si osserva specialmente nelle forti compressioni. Se si comprime il nervo ulnare, e si applica qualche cosa sul braccio, non si sa più

d'avere un dito minimo, nè si conosce più il suo peso normale, nè si può certamente con esso esplorare altri corpi. All'incontro, una parte può essere insensibile contro le cause dolorifere, e tuttavia avere sensibilità tattile. — Il giudizio dipende essenzialmente dalla estensione della superficie che si tocca, poste le altre cose eguali. Scandagliate per esempio due pezzi di metalli contemporaneamente, uno con una mano, che sia più pesante e più piccolo, l'altro coll'altra, che sia più grande e più leggiero; quest'ultimo vi sembrerà più pesante del primo. Così parimente, dietro le osservazioni di E. H. Weber si tiene per più calda l'acqua a + 27 1/2 R'. quando vi si tuffi dentro tutta la mano, che l'acqua a + 32. R'. in cui s' immerga soltanto un dito.

382. *Gradi di suscettibilità tattile delle varie parti del corpo.* — Non tutte le parti della cute esterna ed interna sono egualmente capaci di tatto. E. H. Weber ha adoperato un processo per esplorare il senso tattile. Egli porta le punte smussate d'un compasso a differente divergenza sulle singole località della cute, bendando all'uomo gli occhi, e facendo che dichiari, data maggiore o minore divergenza alle punte, se senta veramennte due impressioni, od una sola. Tali osservazioni furono ripetute da A. Thomsom, Valentin ed altri, e trovate conformi. Da un ragguaglio dello medie ottenute dalle singole prove, si deduce, dietro l'opinione di Valentin, che le due punte del compasso fanno due impressioni distinte alle seguenti divergenze nelle parti sotto accennate.

0,48	linee parigine -	Apice della lingua
0, 6	»	Faccia palmare dell'ultima falange dell' indice
0,72 — 0,73		La stessa delle altre dita
1,5	»	Superficie rossa del labbro inferiore
1,52	»	» » del labbro superiore
1,91	»	Metà del dorso della lingua
2,2	»	Parte non rossa delle labbra
3,25	»	Estremità del dito grosso del piede
3,83	»	Esterna superficie delle palpebre e pal-

		ma della mano
3,89	»	Faccia dorsale della seconda falange del pollice ed indice
3,90	»	*id.* del dito medio
3,94	»	*id.* del dito mignolo
3,97	»	*id.* dell'annulare
4,04	»	Cute a metà del palato osseo
4,12	»	Mucosa labiale vicino alle gengive
4,54	»	Cute della guancia sopra il buccinatore
4,62	»	Cute alla parte anteriore del zigoma
5,1	»	Prepuzio
5,28	»	Cute posteriormente al zigoma
6	»	Parte inferiore della cute frontale
6,96	»	Dorso della mano
8,29	»	Parte inferiore della cute capillata dell' occipite, e del collo sotto la mascella inferiore
10,2	»	Cute soprastante alla rotula
12,06	»	Cute del capezzolo
13,29	»	Cute dell' avambraccio
13,7	»	Cute della gamba
13,85	»	Membro maschile
17,08	»	Cute dell' omero, eccetto dove i muscoli hanno grande circonferenza
17,63	»	Cute del femore colla stessa eccezione
24,20	»	Cute a mezzo delle vertebre dorsali

383. La temperatura dell'acqua diversamente riscaldata si può ancora distinguere, prestandovi molta attenzione, qualora il divario non sia che di 1/5 od 1/6 di grado; ma ciò riesce assai meglio se poniamo la stessa mano ora nell'acqua calda ora nella fredda, meno però se v'immergiamo il pollice solo, e pochissimo se il pollice e l'indice della stessa mano in due vasi collocati l'uno all'altro vicini (E. H. Weber).

384. Il peso di due corpi può essere comparativamente calcolato; parte col giudicare dalla pressione che l'uno appòrta sulla

mano col suo peso proporzionale, parte coll'innalzarlo, cioè confrontando il diverso grado della contrazione muscolare. Due pesi che si comportino come 14 1/2 a 15 possono ancora col primo mezzo essere distinti, e col secondo perfino le differenze di peso come 39:40 (E. H. Weber).

385. Wagner e Meissner rinvennero nelle papille cutanee certi organi speciali, che considerarono come i precipui stromenti del tatto, e che designarono col nome di *corpuscoli del tatto.*

* L'organo del tatto che sta nell'estremità degli animali unghiuti, come i solipedi ed i ruminanti, consiste anche in papille della stessa struttura di quelle della cute dell'uomo; ed esse riscontransi numerose nella corona, nella faccia plantare e nel tessuto villoso. Nei carnivori e negli altri unguicolati, abbondano sulla cute dei cuscinetti plantari, del carpo, del tarso e delle dita.

Quantunque lo strato delle papille tattili delle estremità nei solipedi e nei ruminanti stia ricoperto da un'unghia assai spessa e dura, nondimeno è sensibile alle impressioni di contatto e di percussione del piede sul suolo. Il cavallo, appunto col tatto del suo piede, prende conoscenza dello stato del suolo, se eguale o scabro, sodo sabbioso o melmoso. Lo stesso dicasi dei ruminanti, dei pachidermi e di tutti gli animali unghiuti.

Oltre ai piedi, il senso del tatto negli animali si esercita colle labbra e col naso. Il labbro superiore del cavallo è ricco di papille nervose formate dall'ultime espansioni del quinto paio, ed il cavallo esercita con questo labbro un tatto più dilicato. Nel cane sono, all'infuori del labbro, assai numerose e sviluppate le papille della regione mucosa del naso; siccome nel porco quelle della parte mucosa del grugno, e nell'elefante le papille dell'estremità della proboscide. Del senso di queste parti appunto tali animali si servono per acquistar più precisa conoscenza delle qualità dei corpi. Nel gatto le regioni dei mustacchi sono più ricche di papille, sulle quali sono impiantati dei lunghi peli atti a trasmetterle a mò di tentacoli le impressioni di contatto.

I fatti i più ovvii dimostrano, che il tatto cutaneo degli animali utili è a bastanza squisito. Basta la punzecchiatura di un

insetto sulla pelle di un cavallo o di un bue, per farla immediatamente scuotere. I cocchieri conoscono,che per fare a' loro cavalli accelerare il cammino è sufficiente il fargli sentire il semplice contatto della corda della frusta sopra un punto del corpo. Gli animali avvertono col tatto le differenze di temperatura, di igrometria, e dello stato elettrico dell' atmosfera ; e molti di essi annunziano con una involontaria agitazione l' approssimarsi di un temporale.

Le carezze, che solleticano questo senso, riescono piacevoli al cane, al gatto, al cavallo che rendono docile e mansueto, ed allo stesso toro, di cui calmano persino il furore.

FINE.

INDICE DELLE MATERIE

Libro I. — Nutrizione.

Libro II. — Movimenti e sensi.

1.° MOVIMENTI.

II. FUNZIONI DEL SISTEMA NERVOSO.

ORGANI DEI SENSI (ORGANI SENSUALI).

I. Vista.

FINE DELL'INDICE.



ERRORI

pag.	lin.		
8	8	maggior proporzione di grassi e d'idrati carbonici	maggior proporzione di materie azotate che di grassi e d' idrati carbonici.
19	4	*egraeopila*	*egagropilo*
36	10	o se la fibrina anticipa	o se la fibrina ritarda
57	17	battito del cuore 172	battito del cuore (n.° 172).
61	7	branchiali	brachiali
61	17	nella cernia	nel luccio
69	10	*ossigeno espirato*	*ossigeno inspirato*
99	19	si componeva degli stessi principii che il nostro	si componeva degli stessi principii che il nostro, eccetto le proporzioni maggiori di fluoruro calcico.
132	21	un ipedale	unipedale.
144	25	*Materie che passano nell' orina*	*Materie che passano mutate nell' orina*
115	4	ad accezione del tornasole	ad eccezione del tornasole
116	18	del pari la cornea	del pari le corna
192	14	e su cni primamente	e su cui questa primamente

DI

PUBBLICA ISTRUZIONE

N. 75.

Napoli 20 dicembre 1853.

Vista la dimanda del Tipografo Federico Vitale, il quale ha chiesto di porre a stampa l' opera intitolata—*Sommario di Fisiologia umana di G. Budge.*

Visto il parere del Regio Revisore signor D. Pasquale Ricci.

Si permette che la indicata opera si stampi; ma non si pubblichi senza un secondo permesso, che non si darà se prima lo stesso Regio Revisore non avrà attestato di aver riconosciuto, nel confronto essere la impressione uniforme all' originale approvato.

Il presidente — *Franc. Sav. Apuzzo*
Il segretario — *Giuseppe Pietrocola*